



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

CONTROL DE CALIDAD EN EL PROCESO DE CEREALES EXPANDIDOS EN UNA INDUSTRIA ALIMENTICIA

Melany Azeneth Estrada Molina

Asesorado por el Ing. Julio Oswaldo Rojas Argueta

Guatemala, octubre de 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**CONTROL DE CALIDAD EN EL PROCESO DE CEREALES EXPANDIDOS
EN UNA INDUSTRIA ALIMENTICIA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

MELANY AZENETH ESTRADA MOLINA

ASESORADO POR EL ING. JULIO OSWALDO ROJAS ARGUETA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA INDUSTRIAL

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez
VOCAL V	Br. Carlos Enrique Gómez Donis
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Sergio Fernando Pérez Rivera
EXAMINADORA	Inga. Sindy Massiel Godinez Bautista
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Alvarado de León
SECRETARIA	Inga Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

CONTROL DE CALIDAD EN EL PROCESO DE CEREALES EXPANDIDOS EN UNA INDUSTRIA ALIMENTICIA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 20 de julio de 2015.

Melany Azeneth Estrada Molina

Guatemala 15 de Mayo del 2018

Estimado Director

Ingeniero César Ernesto Urquizú Rodas

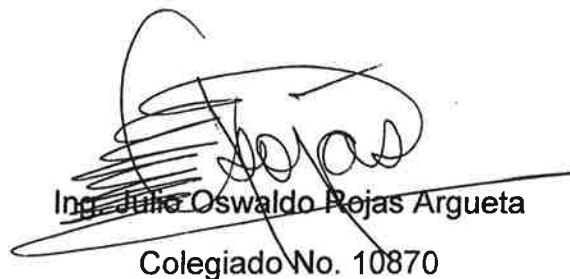
Escuela Mecánica Industrial

Pte.

Deseando que todas sus actividades se estén desarrollando con éxito, el motivo de la presente es para hacer de su conocimiento que la alumna Melany Azeneth Estrada Molina con número de carné 2011 13766 de la carrera Ingeniería Industrial ha realizado de manera correcta su trabajo de graduación titulado CONTROL DE CALIDAD EN EL PROCESO DE CEREALES EXPANDIDOS EN UNA INDUSTRIA ALIMENTICIA, por lo cual no tengo ningún inconveniente en aprobar dicho informe.

Sin otro particular me suscribo de usted

Atentamente,



Ing. Julio Oswaldo Rojas Argueta
Colegiado No. 10870

Julio O. Rojas Argueta
Ingeniero Mecánico Industrial
Colegiado 10,870



REF.REV.EMI.105.018

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **CONTROL DE CALIDAD EN EL PROCESO DE CEREALES EXPANDIDOS EN UNA INDUSTRIA ALIMENTICIA**, presentado por la estudiante universitaria **Melany Azeneth Estrada Molina**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Inga. María Martha Wolford de Hernández
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, agosto de 2018.

/mgp



El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **CONTROL DE CALIDAD EN EL PROCESO DE CEREALES EXPANDIDOS EN UNA INDUSTRIA ALIMENTICIA**, presentado por la estudiante universitaria **Melany Azeneth Estrada Molina**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Juan José Peralta Dardón
DIRECTOR

Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, octubre de 2018.



/mgp

Universidad de San Carlos
de Guatemala

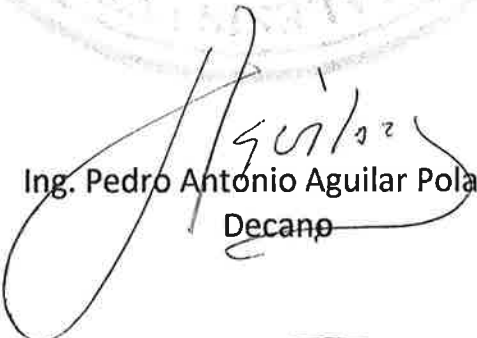


Facultad de Ingeniería
Decanato

DTG. 391.2018

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **CONTROL DE CALIDAD EN EL PROCESO DE CEREALES EXPANDIDOS EN UNA INDUSTRIA ALIMENTICIA**, presentado por la estudiante universitaria: **Melany Azeneth Estrada Molina**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano

Guatemala, octubre de 2018

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por darme sabiduría y paciencia en la elaboración del presente trabajo.
Mis padres	Harold Augusto Estrada de León y Claudia Verónica Molina Sánchez, por el apoyo y motivación incondicional brindados durante toda la carrera.
Mi hermana	Andrea Paola Estrada Molina, por ser una motivación para ser una buena hermana mayor.
Mis abuelos	Por su preocupación, apoyo, cariño y darme palabras de motivación.
Mis amigos	A mis amigos de universidad, por todos los momentos compartidos, desvelos, estudio para los exámenes, gracias por su amistad.
Joven	José Leonel Paiz Mérida (q. e. p. d), por su amistad en los primeros años de universidad y apoyo.

AGRADECIMIENTOS A:

**Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Mi *alma mater*, fuente de conocimientos no sólo para mi carrera profesional sino también para mi vida.

Ing. Julio Rojas

Por el apoyo y conocimientos brindados en el asesoramiento del presente trabajo de graduación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XIII
GLOSARIO	XV
RESUMEN.....	XIX
OBJETIVOS.....	XXI
INTRODUCCIÓN.....	XXIII
1. HISTORIA DE LA EMPRESA.....	1
1.1. Su fundación.....	1
1.2. Su actividad	1
1.3. Misión y visión	2
1.4. Valores	2
1.5. Productos	3
1.5.1. Atoles.....	3
1.5.2. Avenas.....	3
1.5.3. Cereales	4
1.5.4. <i>Snacks</i> salados.....	4
1.5.5. Proteína de soya.....	4
1.5.6. Harinas y sémolas de maíz.....	4
1.6. Distribución de funciones de la empresa	4
1.6.1. Vicepresidencia	6
1.6.2. Cultura de calidad.....	6
1.6.3. Recursos humanos.....	6
1.6.4. Almacén.....	6
1.6.5. Bodega de producto terminado.....	7

1.6.6.	Compras.....	7
1.6.7.	Logística	7
1.6.8.	Planificación	7
1.6.9.	Proyectos	8
1.6.10.	Seguridad industrial.....	8
1.6.11.	Informática.....	8
1.6.12.	Mantenimiento de instalaciones	9
1.6.13.	Mantenimiento de mecánica eléctrica	9
1.7.	Departamento de Aseguramiento de Calidad	9
1.7.1.	Estructura del departamento	9
2.	SITUACIÓN ACTUAL DEL CONTROL DE CALIDAD.....	13
2.1.	Aseguramiento de la calidad	13
2.1.1.	Especificaciones de los cereales y avena	13
2.1.2.	Tipo de muestreo	14
2.1.2.1.	Muestreo aleatorio simple	14
2.1.2.1.1.	Selección de la muestra	15
2.1.3.	Programa de tendencias	16
2.1.4.	Estándares de calidad.....	17
2.1.4.1.	Mano de obra	17
2.1.5.	Sistema HACCP (alimentos fortificados enriquecidos).....	17
2.1.6.	Principios de HACCP	18
2.1.6.1.	Equipo HACCP y sus funciones	18
2.1.6.2.	Análisis de peligros	20
2.1.7.	Buenas prácticas de manufactura	20

2.1.7.1.	Problemas encontrados en el incumplimiento de las buenas prácticas de manufactura	21
2.1.8.	Identificación de problemas en la producción de cereales expandidos.....	22
2.1.8.1.	Causa y efecto.....	22
2.2.	Descripción del proceso	24
2.2.1.	Proceso de la avena refinada	24
2.2.2.	Proceso de los cereales expandidos	28
2.3.	Análisis estadístico	36
2.3.1.	Tabla informativa	37
2.3.2.	Proceso de los cereales expandidos	43
2.3.2.1.	Cereal expandido uno.....	49
2.3.2.1.1.	Tabla informativa de producto en proceso.....	49
2.3.2.1.2.	Tabla informativa de producto terminado.....	56
2.3.2.2.	Cereal expandido dos.....	60
2.3.2.2.1.	Tabla informativa de producto en proceso.....	61
2.3.2.2.2.	Tabla informativa de producto terminado.....	67
2.3.2.3.	Cereal expandido tres.....	72
2.3.2.3.1.	Tabla informativa de producto en proceso.....	72
2.3.2.3.2.	Tabla informativa de producto terminado.....	79
2.3.2.4.	Cereal expandido cuatro.....	83

	2.3.2.4.1.	Tabla informativa de producto en proceso	84
	2.3.2.4.2.	Tabla informativa de producto terminado	91
2.4.	Discusión general.....		95
3.	PROPUESTA.....		97
3.1.	Buenas prácticas de manufactura.....		97
3.1.1.	Áreas que cubren las buenas prácticas de manufactura		98
3.1.1.1.	Recepción, manejo y almacenaje de materia prima		98
3.1.2.	Control de plagas		99
3.1.2.1.	Procesamiento		107
3.1.3.	Control estadístico.....		107
3.1.3.1.	Variables cuantitativas		107
3.1.3.1.1.	Pasos para la toma de mediciones		118
3.1.3.2.	Variables cualitativas.....		119
3.1.4.	Nuevos estándares		120
3.1.4.1.	Control del proceso		121
3.1.4.2.	Control de recurso humano		123
3.1.4.2.1.	Documentos informativos.....		124
3.1.5.	Condiciones adecuadas		125
3.1.5.1.	Requerimientos adecuados para la avena refinada.....		125

4.	IMPLEMENTACIÓN	127
4.1.	Plan de capacitación para el personal.....	127
4.2.	Plan para el control del proceso	128
4.2.1.	Monitoreo.....	128
4.2.1.1.	Importancia del control estadístico	129
4.2.1.2.	Actividades	132
4.2.1.3.	Documentación.....	133
4.2.1.3.1.	Tipos de documentación	133
4.3.	Análisis de costos.....	134
4.3.1.	Costos de la calidad	134
4.3.1.1.	Monitoreo.....	135
4.3.1.2.	Capacitación.....	135
4.3.1.3.	Inspección.....	136
4.3.1.4.	Limpieza	137
4.3.2.	Costos de la no calidad	138
4.3.3.	Costos totales.....	139
4.4.	Beneficios de la implementación	140
5.	MEJORAMIENTO CONTINUO	141
5.1.	Auditorías.....	141
5.1.1	Auditorías de calidad.....	141
5.2.	Retroalimentación.....	142
5.2.1.	Personal capacitado	142
5.2.1.1.	Evaluaciones de desempeño.....	142
5.3.	Revisión de documentos	143
5.3.1.	Formas de revisión	143
5.3.2.	Documentos vigentes	144
5.4.	Control de registros	144

CONCLUSIONES.....	147
RECOMENDACIONES	149
BIBLIOGRAFÍA.....	151

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Organigrama de funciones	5
2.	Organigrama del Departamento de Aseguramiento de Calidad	10
3.	Procedimiento	15
4.	Diagrama de causa y efecto.....	22
5.	Diagrama de flujo de operaciones del proceso.	26
6.	Diagrama de flujo de operaciones del proceso	31
7.	Diagrama recorrido, vista planta	34
8.	Diagrama de recorrido, vista de perfil.....	35
9.	Fórmula media aritmética.....	36
10.	Fórmula de desviación estándar	37
11.	Datos de humedad	39
12.	Gráfica de humedad.....	39
13.	Datos de granulometría.....	40
14.	Gráfica de granulometría.....	41
15.	Datos de peso taza	42
16.	Gráfica de peso de taza	43
17.	Diagrama de flujo de operaciones del proceso.	46
18.	Gráfica de humedad.....	51
19.	Gráfica de sabor.....	53
20.	Gráfica de la forma.....	55
21.	Gráfica de humedad.....	58
22.	Gráfica de peso	60
23.	Gráfica de humedad.....	63

24.	Gráfica de sabor	64
25.	Gráfica de forma	66
26.	Gráfica de humedad	69
27.	Datos de peso.....	71
28.	Gráfica de humedad	74
29.	Gráfica de sabor	76
30.	Gráfico de la forma	78
31.	Gráfico de humedad	81
32.	Gráfico de peso.....	83
33.	Gráfico de humedad	86
34.	Gráfico de sabor	88
35.	Gráfico de forma	90
36.	Datos del cereal expandido cuatro, producto terminado.....	91
37.	Gráfico de humedad	93
38.	Gráfico de peso.....	95
39.	Pasos para la reparación y limpieza de silos	99
40.	Pasos de colocación de trampas	100
41.	Registro de control de plagas	102
42.	Programación de limpieza	103
43.	Hoja de inspección de limpieza	105
44.	Hojas de inspección de maquinaria	106
45.	Gráfico de humedad propuestos.....	110
46.	Gráfico de humedad de situación actual.....	111
47.	Gráfico de granulometría propuesto	112
48.	Gráfico de granulometría de situación actual.....	112
49.	Gráfico de humedad propuesto	114
50.	Gráfico de humedad de situación actual.....	114
51.	Gráfico de humedad propuesto	115
52.	Gráfico de humedad de situación actual.....	116

53.	Gráfico de peso propuesto	117
54.	Gráfico de peso de situación actual	117
55.	PHVA. Control del proceso	121
56.	<i>Pallet</i> adecuado para almacenaje	122
57.	Pruebas de conocimiento.....	124
58.	Proceso del monitoreo	130
59.	Actividades de monitoreo	132
60.	Clasificación de costos.....	134
61.	Diagrama de procedimiento para el control de registros	145

TABLAS

I.	Puestos y funciones del departamento	11
II.	Límites de aceptación de situación actual.....	14
III.	Diferentes pruebas en los productos.....	16
IV.	Puestos y funciones del equipo HACCP	19
V.	Puntos críticos.....	19
VI.	Áreas y sus problemas.....	21
VII.	Descripción del proceso de avena refinada	25
VIII.	Descripción del proceso de los cereales	29
IX.	Datos de avena refinada	38
X.	Descripción del proceso de los cereales	44
XI.	Datos del cereal expandido. Producto en proceso	50
XII.	Datos de humedad	51
XIII.	Datos de sabor.....	52
XIV.	Datos de la forma	54
XV.	Datos de cereal expandido uno. Producto terminado	56
XVI.	Datos de humedad	57
XVII.	Datos de peso	59

XVIII.	Datos del cereal expandido dos. Productos en proceso	61
XIX.	Datos de humedad.....	62
XX.	Datos de sabor.....	64
XXI.	Datos de forma	65
XXII.	Datos de cereales expandidos.Dos producto terminado.....	67
XXIII.	Datos de humedad.....	68
XXIV.	Datos de peso.....	70
XXV.	Datos del cereal expandido. Tres producto en proceso.....	72
XXVI.	Datos de humedad.....	73
XXVII.	Datos de sabor.....	75
XXVIII.	Datos de la forma.....	77
XXIX.	Datos del cereal expandido tres. Producto terminado	79
XXX.	Datos de humedad.....	80
XXXI.	Datos de peso.....	82
XXXII.	Datos del cereal expandido cuatro. Producto en proceso.....	84
XXXIII.	Datos de humedad.....	85
XXXIV.	Datos de sabor.....	87
XXXV.	Datos de forma	89
XXXVI.	Datos de humedad.....	92
XXXVII.	Datos de peso.....	94
XXXVIII.	Resumen	96
XXXIX.	Tabla de ponderaciones	104
XL.	Tabla de humedad	104
XLI.	Tabla de constantes.....	108
XLII.	Límites de humedad	110
XLIII.	Límites de granulometría	111
XLIV.	Límites de humedad	113
XLV.	Límites de humedad	115
XLVI.	Límites de peso.....	116

XLVII.	Requerimientos para las capacitaciones.....	127
XLVIII.	Frecuencia y descripción de monitoreo.....	131
XLIX.	Costos de monitoreo	135
L.	Costos de papelería.	136
LI.	Costos de facilitadores.....	136
LII.	Costos de inspección	137
LIII.	Costos de limpieza	137
LIV.	Fallas internas.....	138
LV.	Fallas externas.....	138
LVI.	Inversión total de costos de la calidad.....	139
LVII.	Costo total de la no calidad	139

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
G	Medición de masa en gramos del Sistema Internacional.
H	Medición de tiempo en horas del Sistema Internacional.
M	Medición de longitud en metros del Sistema Internacional.
%	Porcentaje.
Q	Quetzal, moneda guatemalteca.

GLOSARIO

Auditoría	Examen sistemático e independiente para determinar qué actividades ligadas a la calidad, inspección o verificación deben modificarse y si esos arreglos han sido finalmente implementados.
<i>Batch</i>	Término usado en procesos industriales, se utiliza para referirse a una combinación de materias primas que deben abastecerse en la maquinaria.
Calidad	Se refiere a la capacidad que posee un bien o servicio para satisfacer necesidades Representa las condiciones de un bien o servicio. Este valor puede ser conforme y no conforme.
Cereal expandido	Variedad de cereal que se somete a altas presiones en un extrusor y que al salir de unos moldes se dilata, debido a que la presión atmosférica es menor que la presión manométrica.
Control de calidad	Operaciones técnicas utilizadas para verificar el cumplimiento de los requerimientos de calidad.
Contaminación cruzada	Es el proceso por el cual hay transferencia de bacterias de un alimento a otro.

Estándares	Son criterios claros y públicos que permiten establecer los niveles básicos de calidad, regla de medida o de los requisitos mínimos aceptables para la operación de procesos específicos.
Extrusión	Proceso por medio del cual se somete la materia prima a una compresión, pasando esta por orificios con determinada forma.
Grados <i>brix</i>	Porcentaje de sólidos solubles presentes en alguna sustancia.
Granulometría	Es la distribución de los tamaños de las partículas de un agregado, tal como se determina por análisis de tamices.
Inocuidad de alimentos	La garantía de que los alimentos no causarán daño al consumidor cuando se preparen y/o consuman de acuerdo con el uso a que se destinan.
Jarabe	Es una mezcla de agua, azúcar, vitaminas y colorantes.
Marmita	Contenedor que se utiliza para la cocción y mezclado del jarabe.
Nebulizar	Procedimiento para limpieza de silos aplicando un gas tóxico, utilizando un termonebulizador.

<i>Pallet</i>	Llamado también tarima, es una plataforma plana que se utiliza para apilar materias primas como el azúcar, avena, etc. Para que no tenga contacto directo con el suelo, pueden ser de madera o de plástico.
Sanitización	Se refiere al tratamiento adecuado de superficies mediante un proceso efectivo de la destrucción de bacterias y otros microorganismos.
Silos	Es una estructura diseñada para almacenar grano y otros materiales, tienen forma cilíndrica, asemejándose a una torre.
Sistema de gestión	Es una serie de proceso y procedimientos diseñados e instalados para la mejora continua en aspectos como calidad, inocuidad, medio ambiente, entre otros.
<i>Snack</i>	Pequeña cantidad de alimentos que pueden ser salados o dulces.

RESUMEN

La calidad en los productos es importante en las empresas para poder satisfacer las necesidades del consumidor, se debe tener control de la misma, desde la recepción de materia hasta el producto terminado, como también en el servicio brindado por el personal.

Este estudio inicia con la historia de la empresa, presentando cómo está conformada y a qué se dedica, posteriormente se describe la situación actual en la que se realizan los cereales expandidos, incluyendo las tablas de información y los estándares que la empresa tiene para poder mantener la calidad de ellos.

A partir de la situación actual y de la observación de los trabajadores se presenta en el tercer capítulo la propuesta directa de las buenas prácticas de manufactura, desde recepción de materia prima hasta almacenaje de los productos, enumerando las condiciones adecuadas. Se menciona también la limpieza y saneamiento de las instalaciones. En esta parte también se incluye la propuesta para la capacitación de los operarios, realizar pruebas de conocimientos y aplicar retroalimentación, ya que ellos son los encargados del manejo de materiales y maquinaria.

La parte más importante es la implementación de cómo controlar los procesos, el almacenaje adecuado de la avena refinada y el monitoreo, como también el llenado correcto de las hojas de inspección y tener la documentación ordenada e identificada.

OBJETIVOS

General

Establecer un plan para controlar y mejorar la calidad durante el proceso de los cereales expandidos en una industria alimenticia.

Específicos

1. Investigar y determinar la situación actual del proceso de producción en los cereales expandidos.
2. Definir el proceso adecuado que debe llevar la producción de cereales.
3. Analizar las buenas prácticas de manufactura en el proceso de conservación y manejo de la avena, previo a la transformación de la materia prima.
4. Identificar los lineamientos y procedimientos necesarios para controlar la calidad en la elaboración de cereales expandidos y avena refinada.
5. Establecer las bases necesarias para dar seguimiento y mejora continua a los procedimientos establecidos.

INTRODUCCIÓN

Para que una empresa posea un alto prestigio entre las demás industrias alimenticias debe contar con un eficiente control de calidad en la diversidad de productos que provee a sus clientes, desde materia prima utilizada en la fabricación de los cereales hasta el producto terminado, y así dar una satisfacción al consumidor.

Se trazó como objetivo principal establecer un plan para mejorar la calidad en la producción de los cereales expandidos, determinando la situación actual, desde la recepción de materia prima hasta el producto terminado. Al finalizar la investigación se hallaron las razones y problemas sobre los cuales la calidad no cumple con los requerimientos que establece el Departamento de Aseguramiento de la Calidad.

Se identifica los lineamientos y procedimientos adecuados para el manejo de la avena refinada y los cereales expandidos. A su vez se crearon documentos informativos para un mejor control y se propuso cuáles deben ser las técnicas administrativas para mejorar.

Fue importante establecer los aspectos importantes a controlar durante la producción de los cereales expandidos y el manejo adecuado de la documentación. En el último capítulo se describe el mejoramiento continuo, la revisión de los documentos y el control de los registros propuestos en el tercer capítulo.

1. HISTORIA DE LA EMPRESA

1.1. Su fundación

En el año 1965 se funda esta empresa con el objetivo de producir y distribuir toda clase de alimentos para el consumo humano con el adecuado uso de carbohidratos, proteínas, vitaminas, minerales y la aplicación de procesos eficientes. Después de dos años la empresa toma otro rumbo y dirección, debido a la demanda que empezó a crecer, con lo cual se consolidaron en el mercado productos de mucho éxito. Para el año de 1994 la empresa iba en crecimiento y funda una nueva distribuidora, casi ochos años después se extiende e inicia operaciones en una nueva planta ubicada en Nicaragua. Con esta apertura la empresa buscaba extenderse a Costa Rica y Panamá.

Actualmente es una empresa de las más importantes en el ramo de la fabricación de productos alimenticios del país.

1.2. Su actividad

Es una empresa guatemalteca con cuarenta años de experiencia y liderazgo en la elaboración y distribución de productos alimenticios de la más alta calidad, dentro de los cuales se destacan avenas, cereales, atoles, y se encuentran fácilmente disponibles para los diferentes distribuidores. Exportan los productos a diferentes países de Centroamérica, Panamá, Estados Unidos, República Dominicana, Puerto Rico, entre muchos otros.

1.3. Misión y visión

- Misión

“Creer en la importancia de brindar un excelente servicio al cliente, produciendo y comercializando alimentos de calidad y valor, que superen las expectativas de los consumidores. Confiar en el éxito y crecimiento y desarrollo del recurso humano, el apoyo a las diferentes marcas y en la incursión a nuevos mercados”.¹

- Visión

“Invertir para entregar a los colaboradores, socios comerciales, accionistas y a la comunidad en general, excelentes beneficios. Alimentar, hoy y siempre, bienestar y satisfacción; mediante innovación y mejora continua en los productos y servicios”.²

1.4. Valores

En la empresa los valores son de suma importancia, ya que de acuerdo con ellos se establecen los principios sobre los cuales debe trabajar el personal. Estos valores se mencionan a continuación:

- “Calidad: es cumplir con los requerimientos del cliente, de acuerdo a lo que nos hemos comprometido y negociado con él, asegurando la inocuidad de nuestros productos.

¹Plan estratégico empresa de alimentos. Consulta: enero de 2018.

² Ibid.

- Integridad: obrar con rectitud siempre, no importando las circunstancias. Incluye comunicar las intenciones, ideas y sentimientos. Vivir correctamente, ser honesto y confiable.
- Excelencia en el servicio: comprometerse a superar las expectativas de los clientes, mediante la mejora continua. Implica esforzarse por conocer y satisfacer sus necesidades.
- Eficiencia: es comprender la esencia de sus funciones, logrando el mayor beneficio, utilizando el menor número de recursos posible”.³

1.5. Productos

Entre los productos de mayor demanda se encuentran:

1.5.1. Atoles

Bebidas elaboradas a partir de una mezcla de cereales (maíz, soya y avena) fortificados con vitaminas y minerales para ser consumidos como bebidas calientes o frías.

1.5.2. Avenas

Hojuelas precocidas de grano de avena fortificado con vitaminas y minerales para ser consumidas como cereal o bebida caliente.

³Plan estratégico empresa de alimentos. Consulta: enero de 2018.

1.5.3. Cereales

Cereal de maíz, avena y/o arroz, inflado y tostado, recubierto con miel de azúcar con sabores a chocolate o frutas; de diferentes diseños y formas. Originales y fortificados con vitaminas y minerales.

1.5.4. *Snacks* salados

Boquitas de maíz, papa, plátano, chicharrón 100 % natural o yuca crujiente y tostada con sabor original o sazonado con chile, limón, queso, especias, cebolla o barbacoa.

1.5.5. Proteína de soya

Alimento que se obtiene a partir de harina de soya procesada y desgrasada.

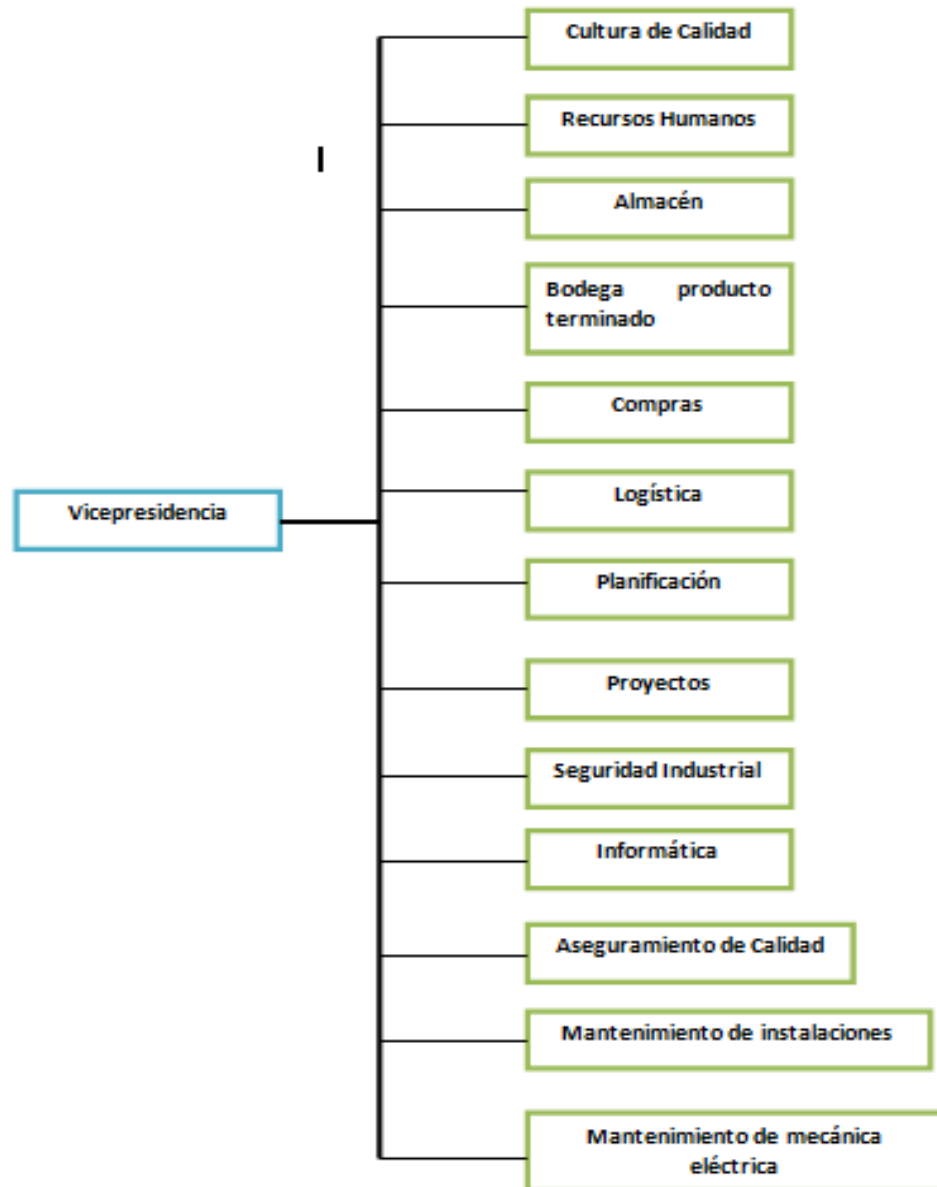
1.5.6. Harinas y sémolas de maíz

Harinas de maíces precocidos y crudos, desgrasados, libres de impurezas para uso en la industria alimenticia como materia prima.

1.6. Distribución de funciones de la empresa

Al ser una empresa reconocida a nivel nacional, cuenta con diferentes departamentos, los cuales cumplen con sus funciones.

Figura 1. Organigrama de funciones



Fuente: elaboración propia.

1.6.1. Vicepresidencia

Conformado por un grupo de accionistas, el alto mando dentro de la empresa es donde se toman las decisiones, ya sea para la expansión del mercado o desarrollo de nuevos productos.

1.6.2. Cultura de calidad

La calidad en los productos es uno de sus ejes principales, por eso es muy importante que posean todas las estandarizaciones a nivel internacional, mantener ciertas certificaciones como ISO, OHSA, Buenas Prácticas de Manufactura y Sistema HACCP. La función principal de este departamento es realizar auditorías internas y externas.

1.6.3. Recursos humanos

Es el motor de la empresa, su función principal es la gestión del talento humano y el manejo de una estructura organizacional adecuada. Es una sección dividida en diferentes áreas como capacitaciones, reclutamiento, relaciones laborales, entre otros.

1.6.4. Almacén

Su función es organizar, resguardar e inventariar la materia prima a utilizarse en la producción de los cereales expandidos y otros productos de la empresa. Los jefes del área llevan un control de inventarios para que no existan faltantes.

1.6.5. Bodega de producto terminado

Departamento que se encarga de la colocación y almacenamiento de todos los productos empacados, para luego ser distribuidos a las diferentes zonas del país. Su función principal es mantenerlos en las mejores condiciones de almacenamiento para que conserven las características del producto y sus niveles de fortificación.

1.6.6. Compras

El departamento de compras se encarga de contactar a los diferentes proveedores que la empresa necesita para abastecer almacén, así como compra de materiales, materia prima, herramientas, entre otras cosas. Su función es la realización de requisiciones y hacer los pedidos según los Jefes/Gerentes/Asistentes necesiten.

1.6.7. Logística

En este departamento llevan a cabo la organización de la empresa, se encargan de los dominios operacionales en el área de almacén y bodega de producto terminado. También trabajan en la parte externa que cubre el flujo del origen hasta la entrega del usuario final, optimizan rutas para los transportes y centros de distribución.

1.6.8. Planificación

Está dividido en planificación económica y planificación física; formulan planes a corto y largo plazo sobre el comportamiento de las ventas y demanda de sus productos. En la parte de planificación económica se basan en

inventarios y registros para llevar un mejor control, y en la planificación física adaptan nuevos programas y normas que sean de gran utilidad a la empresa, para así poder tener crecimiento a nivel nacional e internacional.

1.6.9. Proyectos

Departamento que define los estándares de los procesos, su función es la mejora continua dentro de la empresa en los diferentes aspectos externos e internos. En la parte externa se encarga de la satisfacción del cliente y que se sientan identificados con la empresa; internamente en poseer las mejores instalaciones, equipos, maquinaria y que sus empleados se sientan a gusto en un ambiente laboral, teniendo en cuenta la optimización de recursos.

1.6.10. Seguridad industrial

La función principal del Departamento de Seguridad Industrial es de prevenir accidentes en la empresa, que los trabajadores se encuentren en óptimas condiciones y utilicen el equipo de protección adecuado. A su vez realizar inspecciones periódicas de seguridad, identificar los riesgos contra la salud que existan y ejecutar un plan de emergencias y de primeros auxilios. Por último, el cumplimiento de normas OHSAS 18001 y el nuevo Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional (33-2016).

1.6.11. Informática

Se encarga de la administración de sistemas y soportes centralizados, desarrollar nuevos sistemas operativos y soporte a los usuarios. Brindan mantenimiento de los equipos, gestión de cuentas de usuario y asignación de recursos, instalación y actualización de software. Al tener muchas

responsabilidades es uno de los departamentos más grandes dentro de la empresa. En resumen, constituyen la infraestructura informática de la empresa.

1.6.12. Mantenimiento de instalaciones

Se encargan de programar y realizar limpiezas de los edificios, pisos y demás instalaciones de la empresa, como también la reparación de los mismos. Es de gran importancia para que no exista ningún tipo de contaminación en los productos.

1.6.13. Mantenimiento de mecánica eléctrica

Lo más importante del departamento es programar actividades dirigidas a garantizar el funcionamiento de la maquinaria mediante mantenimientos preventivos y así no afectar a la producción con paros inesperados. También se encargan de la optimización de costos de mantenimiento.

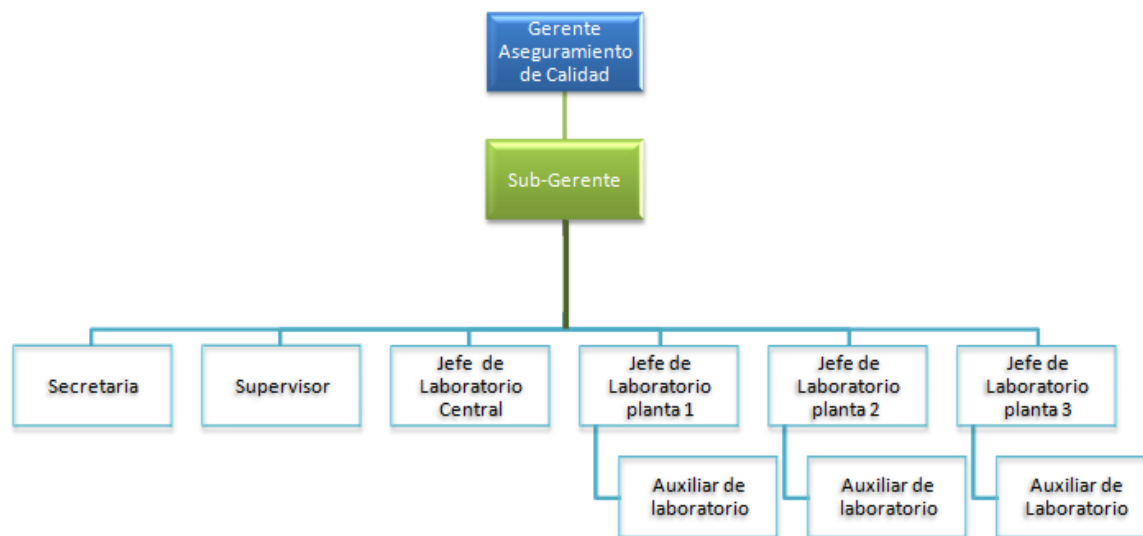
1.7. Departamento de Aseguramiento de Calidad

Departamento encargado de que los productos cumplan con los estándares de calidad y de minimizar la cantidad de productos defectuosos

1.7.1. Estructura del departamento

El departamento está conformado por 11 personas y cada una tiene distintas funciones a realizar.

Figura 2. **Organigrama del Departamento de Aseguramiento de Calidad**



Fuente: elaboración propia.

A continuación se enlistan las funciones del personal:

Tabla I. **Puestos y funciones del departamento**

PUESTOS	FUNCIONES
Gerente	<ul style="list-style-type: none"> • Garantiza que los procesos y productos cumplan con las normas de calidad. • Dirige las actividades de los trabajadores del departamento. • Determina las causas y efectos ante un problema.
Subgerente	<ul style="list-style-type: none"> • Analizar las inconformidades del producto terminado. • Monitorear los rechazos de los clientes. • Evalúa el rendimiento de los jefes de laboratorio.
Secretaria	<ul style="list-style-type: none"> • Archivar documentos importantes. • Asistir al gerente en las funciones que a ella conciernen. • Comunicar a los miembros del departamento de actividades importantes.
Supervisor	<ul style="list-style-type: none"> • Controlar el programa de tendencias. • Asesorar a los auxiliares de laboratorio en utilizar el programa adecuadamente. • Realizar pruebas de calidad del producto terminado.
Jefe de laboratorio	<ul style="list-style-type: none"> • Coordinar los turnos diurnos/nocturnos de los auxiliares de laboratorio. • Analizar estadísticamente la calidad de los cereales.
Auxiliares de laboratorio	<ul style="list-style-type: none"> • Realiza pruebas del producto en proceso cada cierto tiempo. • Hacer mediciones de humedad, tamaño y densidad e ingresarlos al programa de tendencias. • Notificar al jefe de planta cuando existan problemas en las líneas de producción.

Fuente: elaboración propia.

2. SITUACIÓN ACTUAL DEL CONTROL DE CALIDAD

2.1. Aseguramiento de la calidad

El aseguramiento de la calidad es un aspecto importante de las operaciones de producción. Definen, organizan y controlan la calidad en un sistema de producción, se tiene planteado como objetivo principal dar al cliente productos con calidad adecuada. Una de sus funciones es realizar mediciones sistemáticas para los cereales expandidos, sobre estos aspectos: humedad, forma, sabor y peso, estableciendo límites de aceptación para cada producto, siendo una empresa reconocida a nivel nacional que cuenta con normas y certificaciones internacionales, su objetivo principal es cumplirlas.

2.1.1. Especificaciones de los cereales y avena

Para lograr y mantener la calidad de sus productos se establecieron límites de aceptación en mediciones sistemáticas que realizan los auxiliares de laboratorio. Si el producto se encuentra fuera de lo establecido se rechaza, y si se encuentra dentro de los parámetros se acepta.

A continuación se detallan los límites de aceptación:

Tabla II. **Límites de aceptación de situación actual**

Especificación	Límites
Humedad de avena	14% - 16%
Granulometría de avena	0.6- 0.9
Peso de taza de avena	2.5g- 2.8g
Humedad de cereales, producto en proceso	0.9% - 1.1%
Humedad de cereales, producto terminado	2.5% - 3.3%
Peso de producto terminado	11.5 g - 12.5 g
Forma y sabor	Valoración 1 a 5. Se acepta únicamente valoración 4 y 5.

Fuente: programa de tendencias, proporcionado por el Departamento de Aseguramiento de Calidad.

2.1.2. Tipo de muestreo

El muestreo es el proceso de seleccionar un conjunto de individuos de una población para analizarlos y poder caracterizar el total de una población. Existen diferentes tipos de muestreo, el Departamento de Aseguramiento de Calidad utiliza el muestreo aleatorio simple.

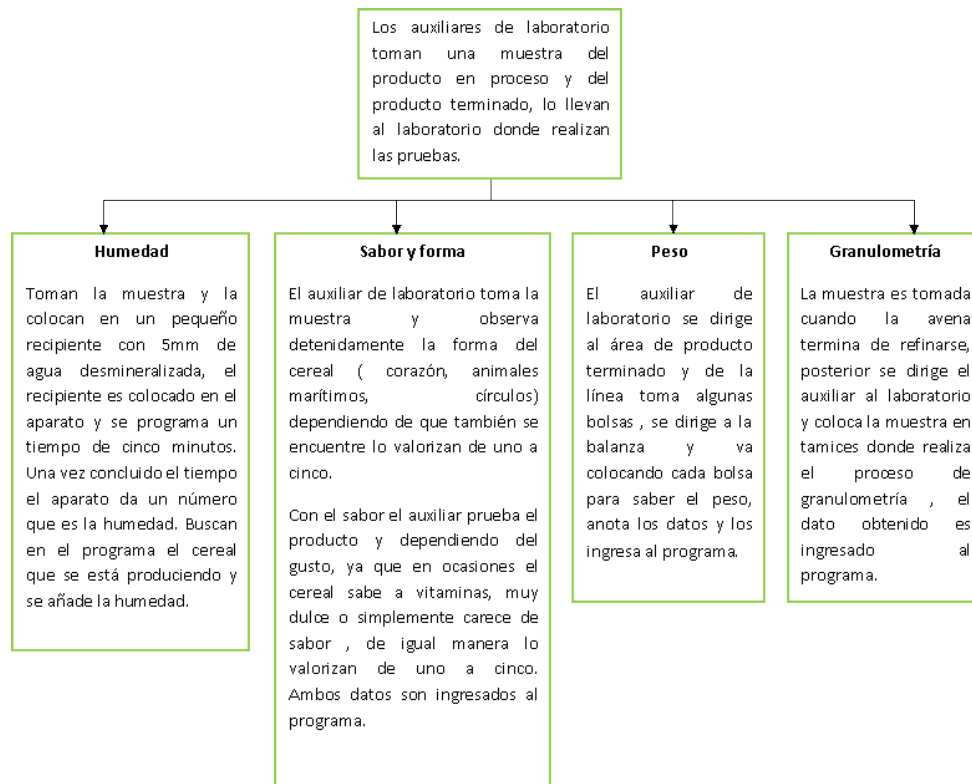
2.1.2.1. Muestreo aleatorio simple

Es la técnica del muestreo en la que todos los elementos que forman el universo tienen la misma probabilidad de ser seleccionados para la muestra, esta se extrae de la línea de producción y al momento de realizarle las pruebas se desecha. Las ventas con este muestreo dan la facilidad para armar la muestra y la representatividad de la población.

2.1.2.1.1. Selección de la muestra

El Departamento de Aseguramiento de la Calidad estableció que los auxiliares de laboratorio tomen la muestra de la línea de producción. El auxiliar que se encuentre de turno se dirige a la línea de producción utilizando un cucharón y una bolsa, en la cual se hace la recolección del cereal que se esté produciendo y lo transporta al laboratorio de la planta tres para sus respectivas pruebas establecidas, y para ello se tiene un procedimiento establecido.

Figura 3. Procedimiento



Fuente: elaboración propia.

Una vez los datos son ingresados al programa, este automáticamente calcula si se encuentran en los límites establecidos por el departamento.

2.1.3. Programa de tendencias

Es un programa utilizado para saber el comportamiento de los productos, si cumplen con los requerimientos de la calidad o no, mediante los límites establecidos. Se realizan diferentes pruebas en los productos, las cuales se mencionan a continuación

Tabla III. **Diferentes pruebas en los productos**

Humedad	Peso
Sabor de la figura	Forma de figura
Granulometría(aplica únicamente para la avena refinada)	

Fuente: elaboración propia.

- Humedad: prueba en la cual se determina el estado del cereal; si se encuentra fuera de los parámetros, el cereal no puede formarse correctamente o bien tiende a obstruir el proceso de extrusión.
- Peso: en el empaque se encuentra establecido el peso, ya que si no se encuentra dentro de los parámetros afecta la calidad.
- Sabor: el cereal se debe calificar en rango de cuatro y cinco para que no afecte la calidad, ya que si no se tiene un sabor adecuado el cliente lo rechaza.

- Forma: las figuras que fueron asignadas a cada cereal expandido se deben calificar en un rango de cuatro y cinco para no afectar la calidad.
- Granulometría: distribución de las partículas en la avena, ideal que la granulometría sea refinada.

2.1.4. Estándares de calidad

Para brindar un producto de alta calidad la empresa se basa en estándares de calidad que ayudan a la satisfacción del cliente y a la reducción de costos operativos. Los estándares que maneja el departamento de aseguramiento de calidad son los siguientes:

2.1.4.1. Mano de obra

Que los auxiliares de laboratorio realicen de manera correcta las pruebas en la avena y los cereales expandidos, por lo que mensualmente hacen una capacitación llamada panel, la cual consiste en agudizar el sentido del olfato y el sentido del gusto mediante pruebas de productos vencidos o productos con cambio de vitaminas o colorantes.

2.1.5. Sistema HACCP (alimentos fortificados enriquecidos)

Utilizan este sistema para evaluar los peligros desde la recepción de materia prima hasta producto terminado, establecieron puntos críticos que ayudan a saber si existe algún problema y poder establecer una medida correctiva. Cuentan con un grupo de personas llamado equipo HACCP, la función principal es que el sistema se cumpla correctamente. Para un mejor control el departamento elige los principios de HACCP.

2.1.6. Principios de HACCP

- Realizar un análisis de peligros e identificar las medidas preventivas respectivas.
- Determinar los puntos críticos de control.
- Establecer un equipo HACCP.

2.1.6.1. Equipo HACCP y sus funciones

Llevar a cabo un análisis de los peligros que pueden afectar en la producción de los cereales expandidos, controlar e identificar los riesgos. Se eligieron personas disciplinadas, representantes de distintas áreas que se involucren en la producción de los cereales. La función principal es monitorear y verificar que HACCP esté cumpliendo correctamente y reducir al máximo los peligros. Son personas con experiencia en supervisión de personal, proceso de producción, conocimientos y experiencia de HACCP. La empresa brindó capacitación previa para poder conformar parte del equipo.

Tabla IV. **Puestos y funciones del equipo HACCP**

PUESTOS	FUNCIONES
Sub-gerente del departamento de Aseguramiento de Calidad.	<ul style="list-style-type: none"> • Liderar y dirigir el equipo. • Promover la continuidad del sistema HACCP en planta a través de reuniones mensuales. • Realizar monitoreo de los puntos críticos. • Revisar el Plan HACCP con el jefe de producción y subjefe de bodega de producto terminado.
Jefe de producción	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar la ejecución del monitoreo de los puntos críticos. • Decidir las acciones correctivas de algún problema durante el proceso.
Subjefe de bodega de producto terminado.	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar diariamente el cumplimiento del Plan HACCP, mediante revisión de registros. • Participar en las inspecciones programadas. • Verificar el cumplimiento de los procedimientos operacionales en el área de bodega. • Reportar al subjefe de aseguramiento de calidad alguna existencia de productos obsoletos.
Supervisor de línea	<ul style="list-style-type: none"> • Ejecutar el monitoreo de los puntos críticos. • Verificar que se cumplan los procedimientos operacionales. • Reportar alguna anomalía al jefe de producción. • Verificar el adecuado llenado en los registros utilizados por los operadores.

Fuente: elaboración propia

2.1.6.2. Análisis de peligros

En el proceso de la producción de cereales expandidos identificaron diferentes riesgos en puntos críticos que afectan directamente la calidad final de los cereales; en la siguiente tabla se detallan los puntos.

Tabla V. Puntos críticos

OPERACIÓN	ANÁLISIS DE RIESGOS
Almacenamiento avena refinada	Es un punto clave porque el producto no debe contaminarse, ya que hay riesgo de contaminación de plagas si el producto no está sellado.
Detector de metales	La mezcla de los cereales pasa por un detector de metales, el cual detecta tres tipos de metales: hierro, aluminio y cobre. Si detecta algún metal automáticamente rechaza el producto, es un punto clave, ya que si el detector no funciona correctamente el producto no es evaluado y existe el riesgo de que el producto se empaque y distribuya, lo que causa alguna enfermedad al consumidor.
Transporte de producto terminado a bodega	Riesgo por golpes u otros factores que podrían provocar rasguño en los empaques.

Fuente: elaboración propia.

2.1.7. Buenas prácticas de manufactura

Al ser una herramienta básica para la obtención de productos seguros la empresa cuenta con dicha certificación. Para llevar un control de que se estén aplicando correctamente las buenas prácticas de manufactura la empresa realiza cada mes auditorías internas.

Durante la investigación en la empresa, se observaron algunos problemas en los cuales no se cumple la norma. A continuación, se detallan.

2.1.7.1. Problemas encontrados en el incumplimiento de las buenas prácticas de manufactura

Al hacer un recorrido por todas las áreas de la empresa y hablando con los operadores de cada lugar, se encontraron algunos problemas que están afectando la calidad total de los cereales expandidos, que a su vez provocan un incumplimiento a las buenas prácticas de manufactura.

Tabla VI. **Áreas y sus problemas**

Área	PROBLEMA ENCONTRADO
Silos	Es el lugar donde se almacena la materia prima, la estructura es antigua, tienen grietas y algunas aberturas. El mantenimiento es cada seis meses.
Planta tres	Es la planta donde se producen los cereales, en esta área almacenan por un tiempo productos a granel en un material plástico, no son inspeccionados periódicamente, por lo que pueden sufrir de contaminación.
Bodega de producto terminado	El producto es almacenado en <i>pallets</i> y algunas están en malas condiciones, quebradas, sucias y deterioradas.
Servicios sanitarios	En el área en ocasiones es escaso el jabón de manos y algunas veces hay papel mojado en el piso.
Empaque	Los operadores utilizaban relojes, los hombres no se recortaban la barba.

Fuente: elaboración propia.

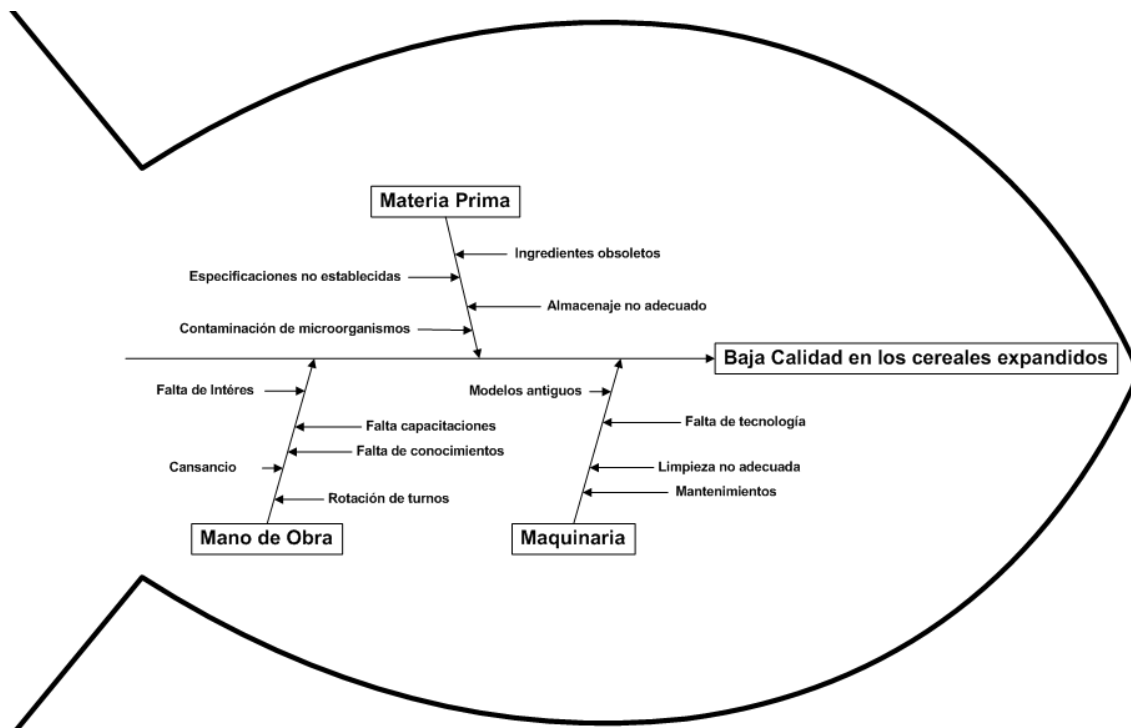
2.1.8. Identificación de problemas en la producción de cereales expandidos

Para un mejor control y hallazgo de los problemas se utiliza la herramienta causa y efecto el cual se detalla a continuación.

2.1.8.1. Causa y efecto

Los problemas encontrados durante la producción de cereales expandidos se muestran en el siguiente diagrama:

Figura 4. Diagrama de causa y efecto



Fuente: elaboración propia.

El hallazgo de problemas se realizó mediante observación e inspección en cada área de la empresa, entrevista a los operadores del almacén, planta tres y bodega de producto terminado. Se presentan las posibles causas analizadas por cada segmento:

- Materia prima
 - No cumplen con las especificaciones establecidas.
 - Los silos se encuentran en malas condiciones, existe contaminación.
 - El almacenaje no es monitoreado constantemente.
- Maquinaria
 - Los modelos que utilizan para la producción de los cereales son antiguos.
 - Falta de actualización del software en el equipo utilizado por los operadores.
 - No realizan constantemente limpiezas.
 - Los mantenimientos no son programados adecuadamente, ya que deben calendarizarlos un mes antes y el departamento de mecánica eléctrica hace el aviso a los jefes de producción una semana antes.
- Mano de obra
 - No están capacitados en el tema de buenas prácticas de manufactura y esto provoca falta de conocimientos.

- Los operadores no muestran interés en realizar correctamente el trabajo y no están motivados.
- Los auxiliares de laboratorio hacen turnos rotativos, una semana hacen turno de día y la siguiente semana turno de noche, a su vez son rotados en los tres laboratorios con diferentes responsabilidades, lo cual provoca cansancio y fatiga.

2.2. Descripción del proceso

El proceso para la producción de cereales consiste en mezclar diferentes tipos de ingredientes como: avena, harina, colorantes, agua, azúcar, vitaminas, entre otros.

2.2.1. Proceso de la avena refinada

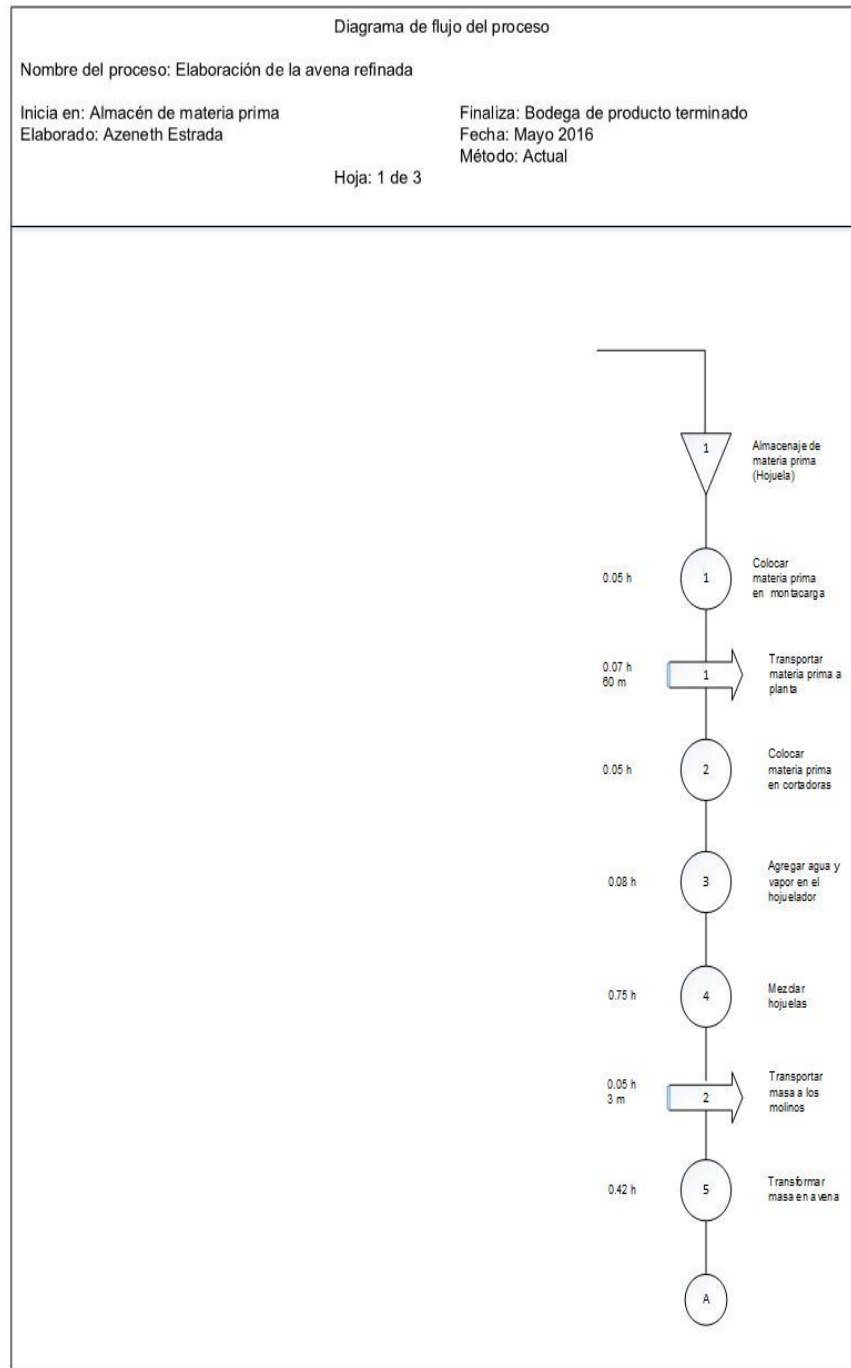
La avena es rica en nutrientes, es un grano fibroso, de forma alargada y de color amarillo claro. Cuenta con gran variedad de hidratos de carbono, lípidos, vitaminas, minerales y fibra. Es el principal ingrediente para la producción de los cereales expandidos y otros productos dentro de la empresa; la producción es de línea recta, ya que comienza desde el nivel cinco hasta llegar al nivel uno del edificio. A continuación, se enlistan las actividades al momento de ser producida:

Tabla VII. Descripción del proceso de avena refinada

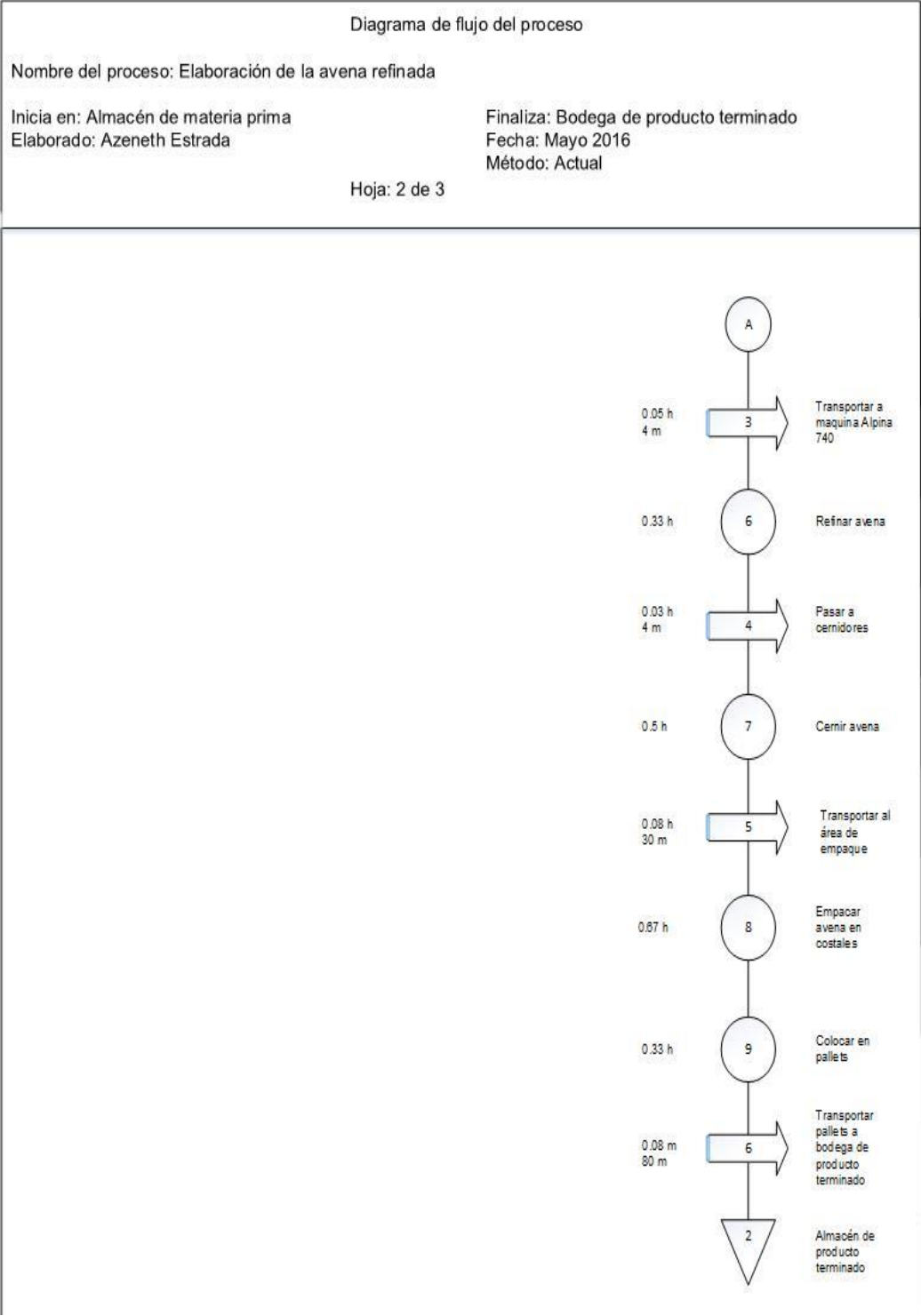
Descripción
El personal de planta solicita al almacén la materia prima (hojuela) utilizada para la producción de la avena.
Se coloca la materia prima en los montacargas para transportarlos a la planta
El operador coloca las hojuelas en los cortadores para hacerlas más pequeñas.
Una vez la hojuela se encuentra en el hojuelador se le agrega vapor y agua para que al final quede una mezcla.
La mezcla pasa por unos tubos y llega a los molinos donde es mezclada con otros ingredientes y vitaminas.
La mezcla es transformada en avena y luego se transporta a una maquinaria llamada Alpina 740 para ser refinada por un determinado tiempo.
Al terminar de que sea refinada pasa por los cernidores y se transporta por ductos para llegar al área de empaclado.
La avena llega al área de empaque donde los operadores utilizan costales para el almacenaje, son sellados e identificados.
Colocan los costales con producto en pallets .
Para finalizar el proceso la avena refinada es transportada a la bodega de producto terminado.

Fuente: elaboración propia.

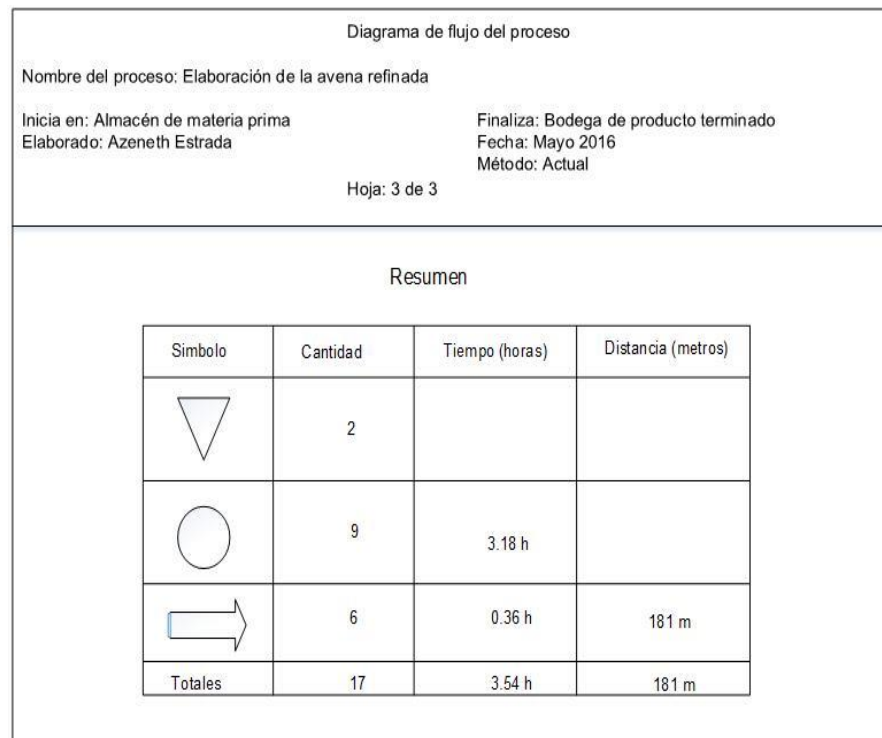
Figura 5. Diagrama de flujo de operaciones del proceso



Continuación de la figura 5.



Continuación de la figura 5.



Fuente: elaboración propia, utilizando el programa Visio.

2.2.2. Proceso de los cereales expandidos

El proceso para la fabricación de cereales consiste en mezclar una serie de ingredientes como azúcar, harina, vitaminas, colorantes, sabores artificiales, agua, etc. Es una mezcla y serie de procesos que transforman todos esos ingredientes en un cereal, los cuatro cereales expandidos tienen el mismo proceso de producción, únicamente cambia la forma del cereal; se enlistan las actividades involucradas en el proceso:

Tabla VIII. Descripción del proceso de los cereales

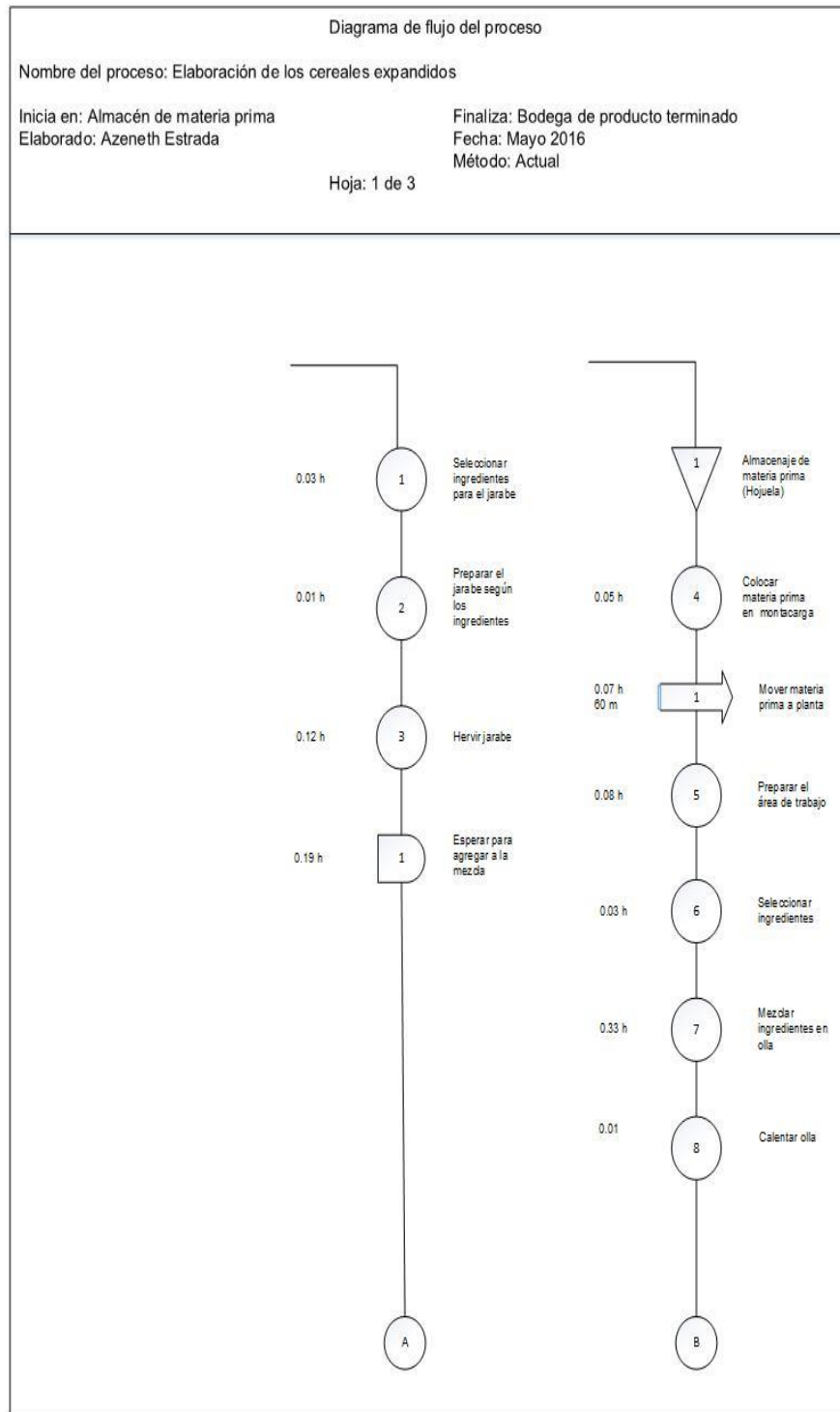
Descripción
El personal de planta solicita al almacén la materia prima (hojuela) utilizada para la producción de la avena.
Se coloca la materia prima en los montacargas para transportarlos a la planta.
Los operadores de planta preparan espacio físico para la colocación de la materia prima.
Seleccionan los ingredientes a utilizar y arman <i>batch</i> en tarimas.
Movilizan las tarimas a la línea de producción, así la manipulación es más eficaz.
Para la preparación del jarabe los operarios listan y preparan los ingredientes a utilizar según la receta.
En una maquinaria con forma de olla proceden a mezclar todos los ingredientes con abundante agua fría.
Después se calienta la olla a cierta temperatura para hervir la mezcla.
El operador mide los grados <i>brix</i> según las especificaciones, manteniendo la temperatura del jarabe.
Agregar avena refinada y otros ingredientes a la mezcladora, mezclar por un tiempo determinado.
Al terminar el ciclo de mezclado el equipo succiona la mezcla y es pasado por una cernidora.
Se le añade agua a la mezcla seca y es pasada por unos tornillos sin fin para la liberación de producto.
A la mezcla húmeda se le agregan los colores artificiales, vitaminas y otros ingredientes.
La mezcla sale por los moldes de una forma alargada, donde la sección tiene la forma que se le quiere dar al producto y se procede a cortarlo en secciones.

Continuación de la tabla VIII.

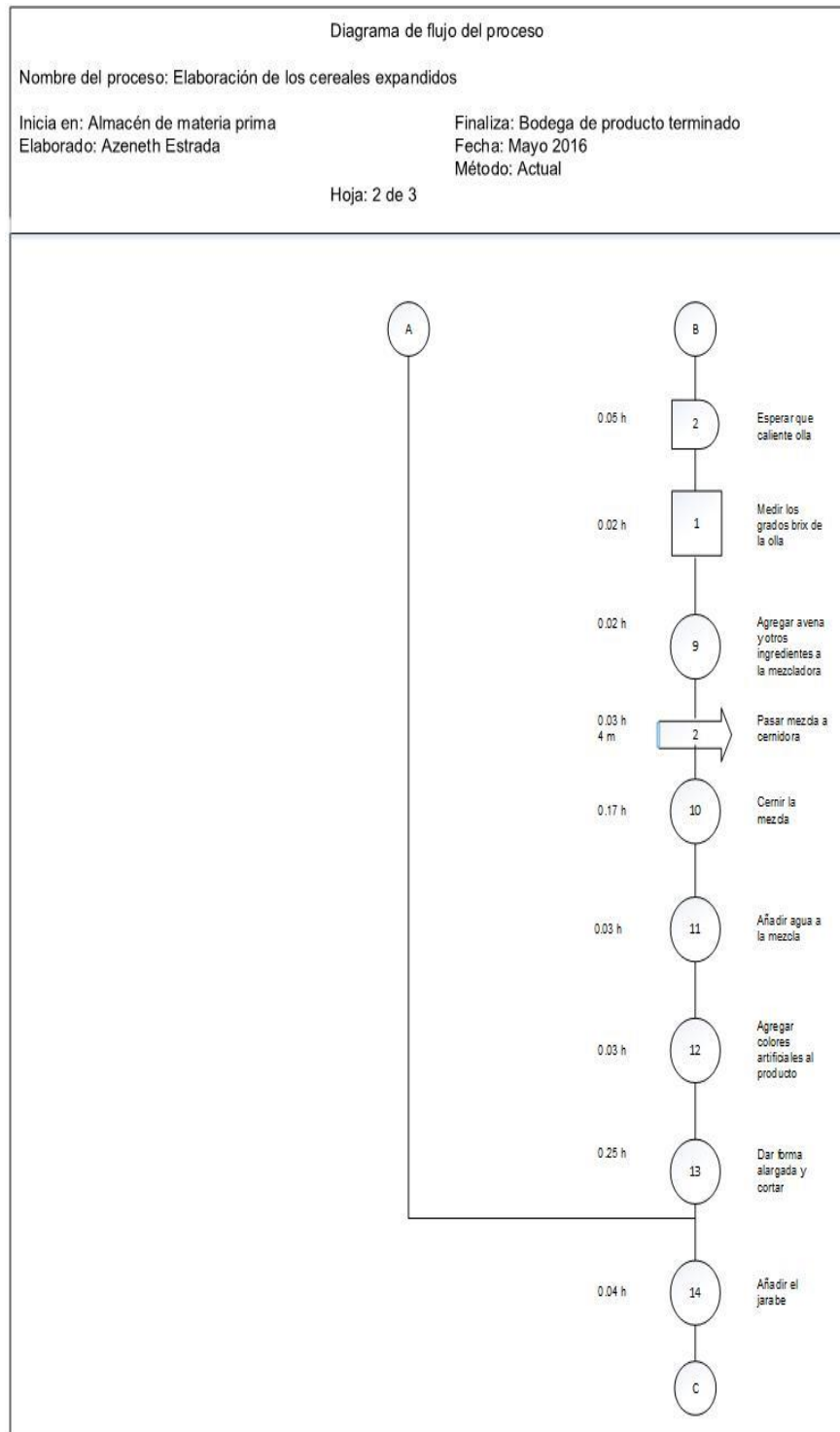
Se le añade jarabe al producto para darle más sabor y endulzarlo.
El producto es descargado a la secadora, durante tres minutos aproximadamente para que quede completamente seco y frío.
El operador manda directamente el producto a empaque por medio de transportadores.
El cereal es descargado en unas máquinas donde es empacado y sellado.
Los operarios empacan el producto apilándolo en cajas corrugadas de 24 unidades y las sellan.
Colocan las cajas sobre pallets para que los montacargas las transporten al área de producto terminado y almacenarlas.

Fuente: elaboración propia.

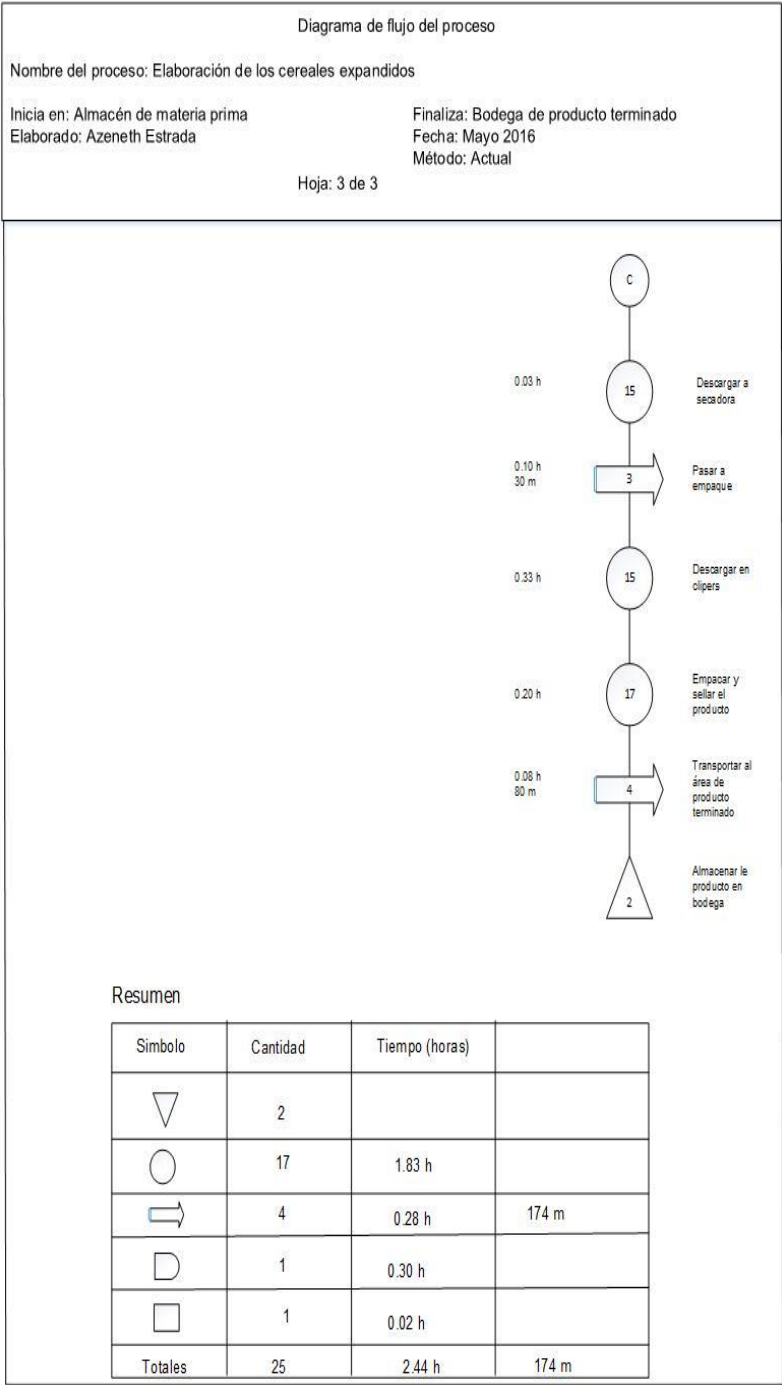
Figura 6. Diagrama de flujo de operaciones del proceso



Continuación de la figura 6.

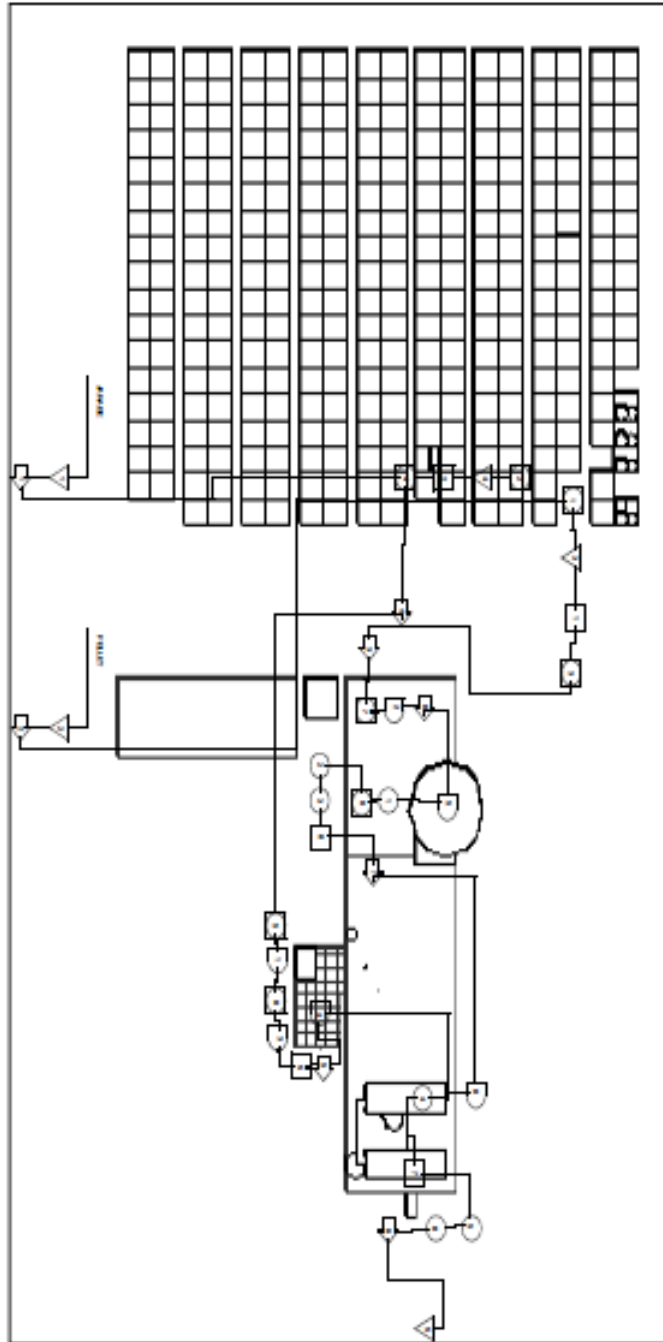


Continuación figura 6.



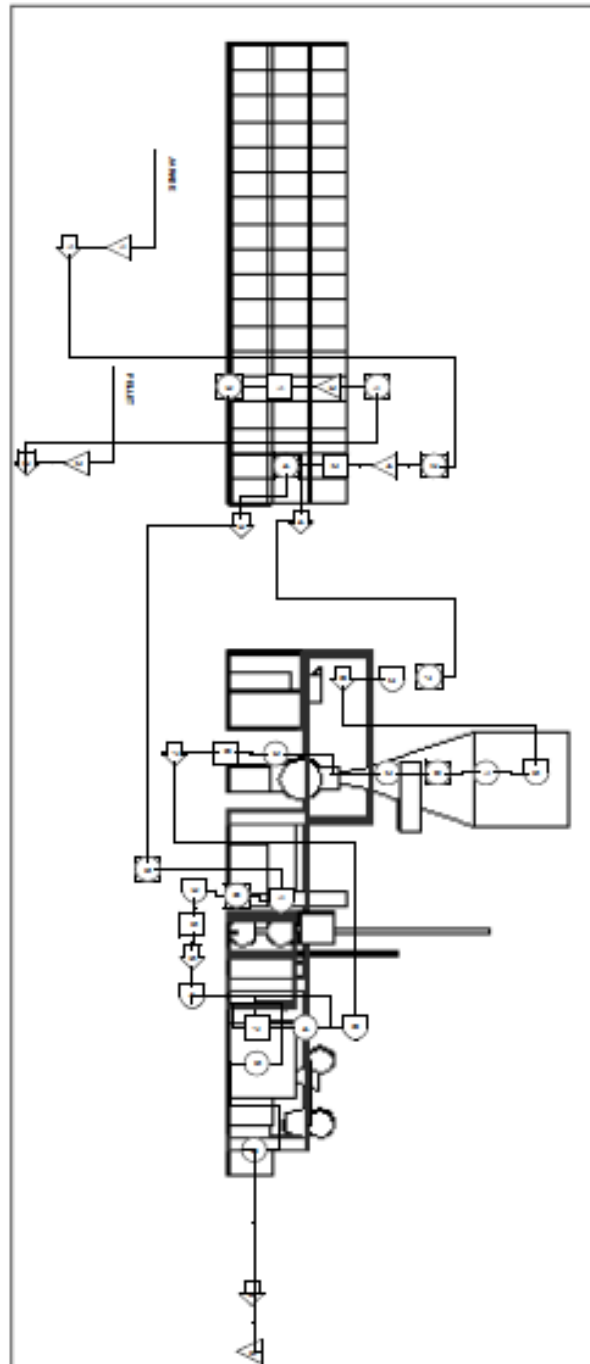
Fuente: elaboración propia, utilizando el programa Visio.

Figura 7. Diagrama de recorrido, vista planta



Fuente: elaboración propia, utilizando el programa AutoCAD.

Figura 8. Diagrama de recorrido, vista de perfil



Fuente: elaboración propia, utilizando el programa AutoCAD.

2.3. Análisis estadístico

La medición es una de las funciones más críticas en el aseguramiento de la calidad. Sin un medio de medirla, es imposible controlarla o mejorarla, en realidad el uso de herramientas estadísticas elementales es el principio de la calidad.

La aplicación de la estadística a la calidad se ha vuelto un área de mucho interés y actividad, fue de gran ayuda para el análisis de datos de la avena y los cereales expandidos para saber el comportamiento de los mismos y saber si se encontraban dentro de los parámetros establecidos. Estos análisis se presentan en la sección 2.4 para cada uno de los procesos descritos.

Para las variables cualitativas (sabor y forma) se utilizó el gráfico de barras y para las variables cuantitativas (humedad, peso) la gráfica de puntos. A su vez, para la interpretación de los datos y análisis de las mediciones registradas se utilizaron las fórmulas de media y desviación estándar.

Figura 9. **Fórmula media aritmética**

$$Media(X) = \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N}$$

siendo (X_1, X_2, \dots, X_N) el conjunto de observaciones

Fuente: formulario de Estadística 1.

Figura 10. **Fórmula de desviación estándar**

$$S = \sqrt{\frac{\sum_i (X_i - \bar{X})^2}{n}}$$

Fuente: formulario de Estadística 1.

2.3.1. Tabla informativa

Se muestran los datos de la avena refinada ingresados por el auxiliar de laboratorio en el turno diurno, se muestran los datos de humedad, granulometría y peso de taza.

Tabla IX. **Datos de avena refinada**

	Humedad	Granulometría	Peso taza
1	11.50	0.69	2.60
2	12.33	0.81	2.46
3	11.98	0.92	2.58
4	12.15	0.93	2.39
5	12.68	1.04	2.65
6	13.02	1.15	2.44
7	12.96	1.08	2.62
8	11.68	0.98	2.59
9	13.14	1.27	2.47
10	12.78	0.86	2.51
11	13.55	1.56	2.62
12	13.48	1.43	2.35
13	13.60	1.11	2.48
14	12.99	1.08	2.64
15	14.02	2.03	2.41
16	13.58	1.79	2.44
17	12.89	0.98	2.57
18	13.01	1.15	2.65
19	13.26	1.20	2.45
20	13.44	1.37	2.63

Fuente: programa de tendencias. Departamento de Aseguramiento de Calidad.

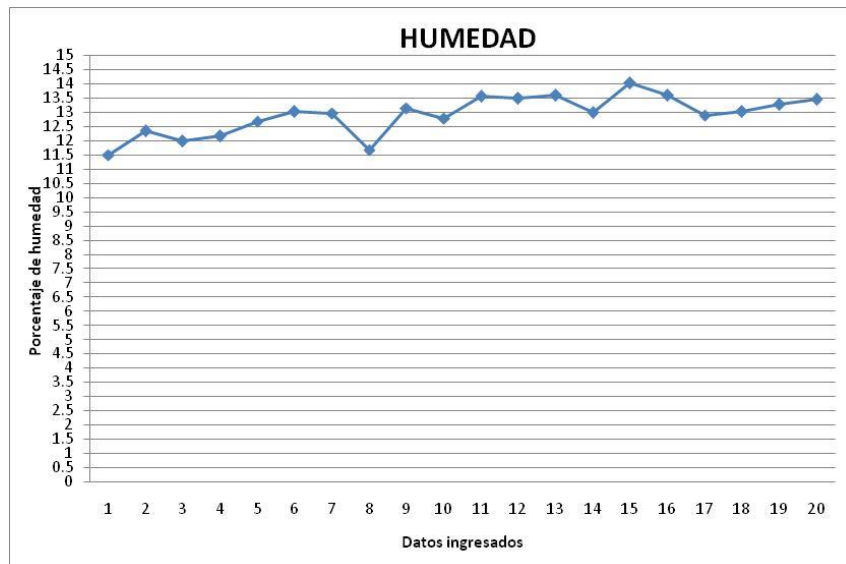
En el siguiente segmento se muestran los gráficos de los datos anteriores y su interpretación:

Figura 11. **Datos de humedad**

	Humedad
1	11.50
2	12.33
3	11.98
4	12.15
5	12.68
6	13.02
7	12.96
8	11.68
9	13.14
10	12.78
11	13.55
12	13.48
13	13.60
14	12.99
15	14.02
16	13.58
17	12.89
18	13.01
19	13.26
20	13.44

Fuente: programa de tendencias, Departamento de Aseguramiento de Calidad.

Figura 12. **Gráfica de humedad**



Fuente: elaboración propia usando el programa Excel.

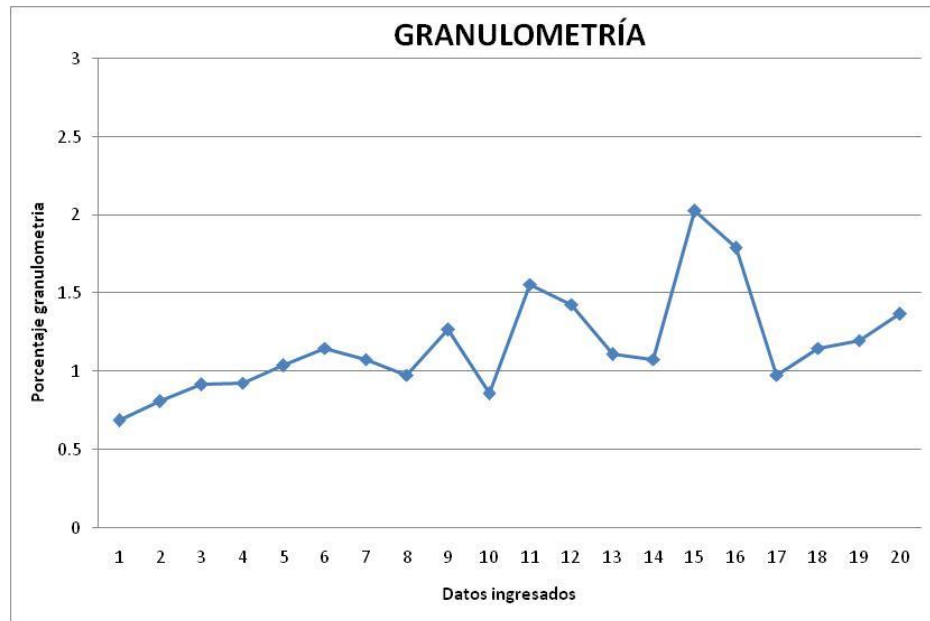
En el gráfico anterior se encuentran los datos de humedad, al aplicar cálculos estadísticos se obtiene una media de 12,90 y una desviación estándar de 0,67. Durante el proceso de la avena, la humedad no es la adecuada, ya que los datos no se encuentran dentro de los parámetros especificados (14 % a 16 %).

Figura 13. **Datos de granulometría**

	Granulometría
1	0.69
2	0.81
3	0.92
4	0.93
5	1.04
6	1.15
7	1.08
8	0.98
9	1.27
10	0.86
11	1.56
12	1.43
13	1.11
14	1.08
15	2.03
16	1.79
17	0.98
18	1.15
19	1.20
20	1.37

Fuente: programa de tendencias, Departamento de Aseguramiento de Calidad.

Figura 14. **Gráfica de granulometría**



Fuente: elaboración propia usando el programa Excel.

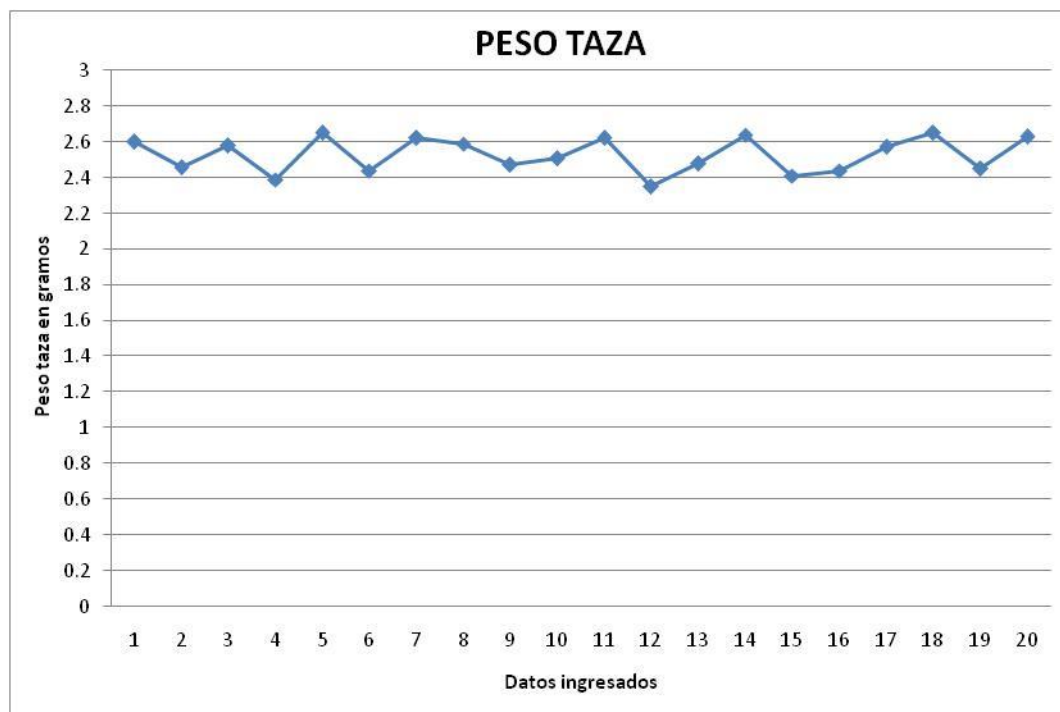
En el gráfico de granulometría hay una media de 1,17, la desviación estándar es de 0,33. Según los datos ingresados por el auxiliar de turno, la granulometría tampoco cumple con los parámetros establecidos (0,6 a 0,9), ya que de los veinte datos ingresados únicamente tres de ellos cumplen lo requerido y presentan una secuencia ascendente.

Figura 15. **Datos de peso de taza**

	Peso taza
1	2.60
2	2.46
3	2.58
4	2.39
5	2.65
6	2.44
7	2.62
8	2.59
9	2.47
10	2.51
11	2.62
12	2.35
13	2.48
14	2.64
15	2.41
16	2.44
17	2.57
18	2.65
19	2.45
20	2.63

Fuente: programa de tendencias, Departamento de Aseguramiento de Calidad.

Figura 16. **Gráfica de peso de taza**



Fuente: elaboración propia usando el programa Excel.

En el gráfico anterior se encuentran los datos del peso de taza, la media es de 2,53 y la desviación estándar de 0,09, la variación de datos respecto a la media es muy pequeña y la mayoría de datos cumplen según lo establecido (2,5g a 2,8g)

2.3.2. Proceso de los cereales expandidos

El proceso para la fabricación de cereales consiste en mezclar una serie de ingredientes como azúcar, harina, vitaminas, colorantes, sabores artificiales, agua, etc. Es una mezcla y serie de procesos que transforman todos esos ingredientes en un cereal, los cuatro cereales expandidos tienen el mismo

proceso de producción, únicamente cambia en la forma el cereal; se enlistan las actividades involucradas en el proceso:

Tabla X. **Descripción del proceso de los cereales**

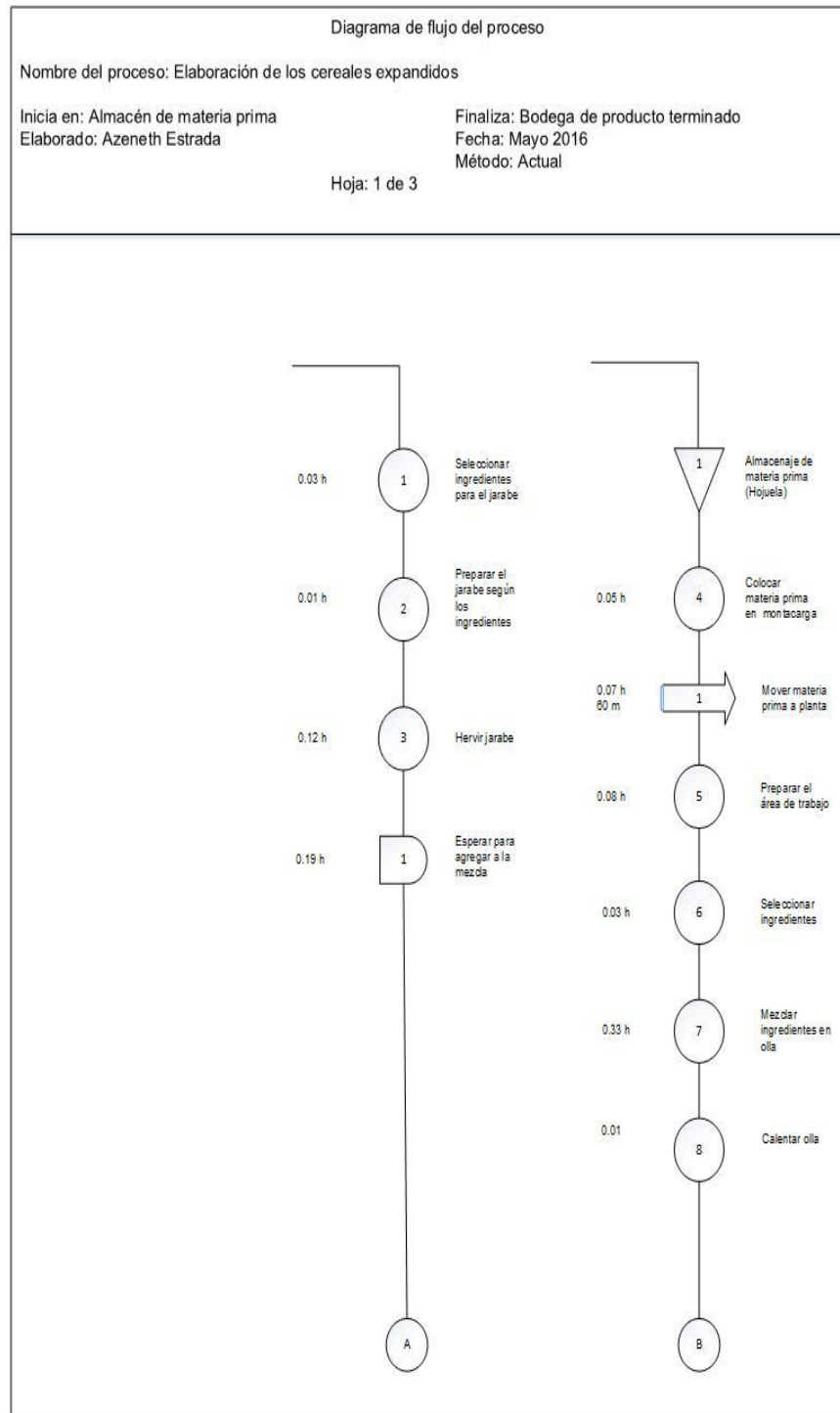
Descripción
El personal de planta solicita al almacén la materia prima (hojuela) utilizada para la producción de la avena.
Se coloca la materia prima en los montacargas para transportarlos a la planta.
Los operadores de planta preparan espacio físico para la colocación de la materia prima.
Seleccionan los ingredientes a utilizar y arman <i>batch</i> en tarimas.
Movilizan las tarimas a la línea de producción, así la manipulación es más eficaz.
Para la preparación del jarabe los operarios listan y preparan los ingredientes a utilizar según la receta.
En una maquinaria con forma de olla proceden a mezclar todos los ingredientes con abundante agua fría.
Después se calienta la olla a cierta temperatura para hervir la mezcla.
El operador mide los grados <i>brix</i> según las especificaciones, manteniendo la temperatura del jarabe.
Agregar avena refinada y otros ingredientes a la mezcladora, mezclar por un tiempo determinado.
Al terminar el ciclo de mezclado el equipo succiona la mezcla y es pasado por una cernidora.
Se le añade agua a la mezcla seca y es pasada por unos tornillos sin fin para la liberación de producto.
A la mezcla húmeda se le agregan los colores artificiales, vitaminas y otros ingredientes.
La mezcla sale por los moldes de una forma alargada, donde la sección tiene la forma que se le quiere dar al producto y se procede a cortarlo en secciones.

Continuación de la tabla X.

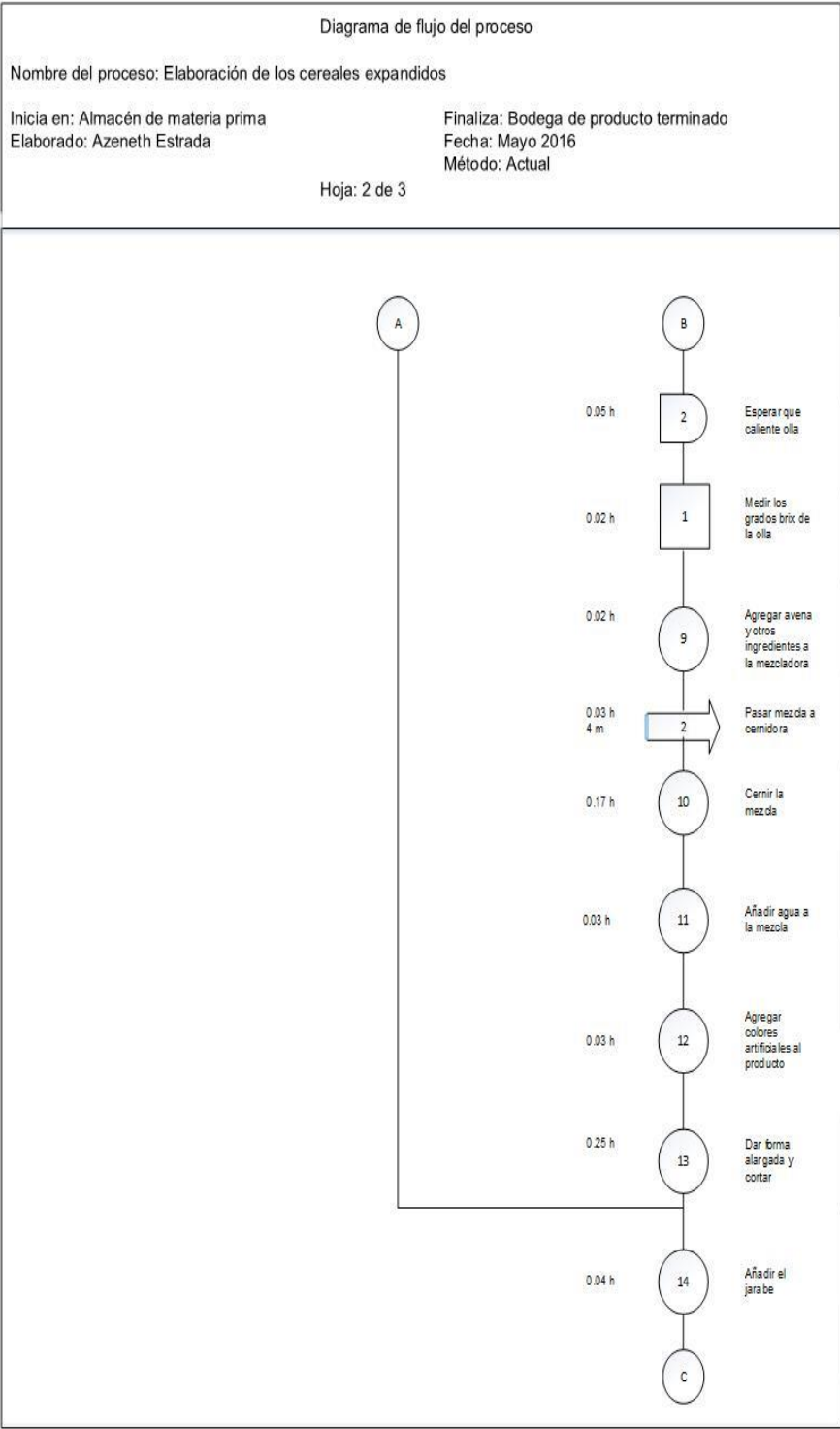
Se le añade jarabe al producto para darle más sabor y endulzarlo.
El producto es descargado a la secadora, durante tres minutos aproximadamente para que quede completamente seco y frío.
El operador manda directamente el producto a empaque por medio de transportadores.
El cereal es descargado en unas máquinas donde es empacado y sellado.
Los operarios empacan el producto apilándolo en cajas corrugadas de 24 unidades y las sellan.
Colocan las cajas sobre pallets para que los montacargas los transporten al área de producto terminado y almacenarlos.

Fuente: elaboración propia.

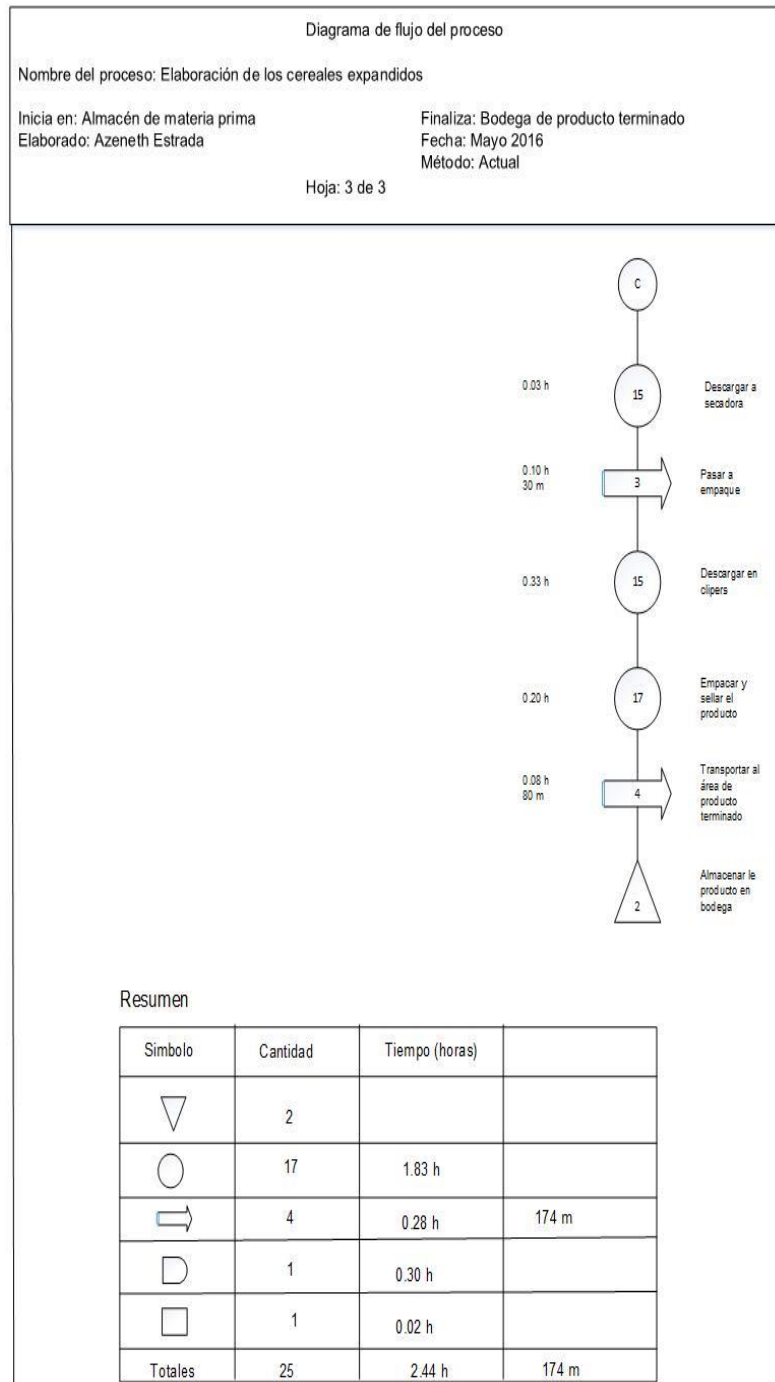
Figura 17. Diagrama de flujo de operaciones del proceso



Continuación de la figura 17.



Continuación de la figura 17.



Fuente: elaboración propia, utilizando el programa Visio.

2.3.2.1. Cereal expandido uno

Es el cereal que tiene la forma de estrellas.

2.3.2.1.1. Tabla informativa de producto en proceso

A continuación, se muestran los datos ingresados por el auxiliar de laboratorio en turno diurno, donde representa el porcentaje de humedad, sabor y forma. El auxiliar toma una cantidad del producto en proceso, se dirige al laboratorio para realizarle las pruebas de humedad, observa y prueba el producto para asignarle un valor de uno a cinco, dependiendo de su criterio.

Tabla XI. **Datos del cereal expandido. Producto en proceso**

	Humedad	Sabor	Forma
1	0.88	2.00	2.00
2	1.15	3.00	1.00
3	0.35	2.00	3.00
4	0.98	3.00	2.00
5	1.06	4.00	3.00
6	1.10	3.00	4.00
7	1.18	2.00	2.00
8	0.99	4.00	3.00
9	1.13	3.00	3.00
10	1.34	4.00	1.00
11	0.86	3.00	2.00
12	0.92	4.00	4.00
13	1.12	2.00	2.00
14	1.15	4.00	1.00
15	0.97	2.00	3.00
16	1.20	4.00	3.00
17	1.16	3.00	4.00
18	1.18	2.00	3.00
19	1.09	3.00	4.00
20	0.95	4.00	2.00

Fuente: programa de tendencias, Departamento de Aseguramiento de Calidad.

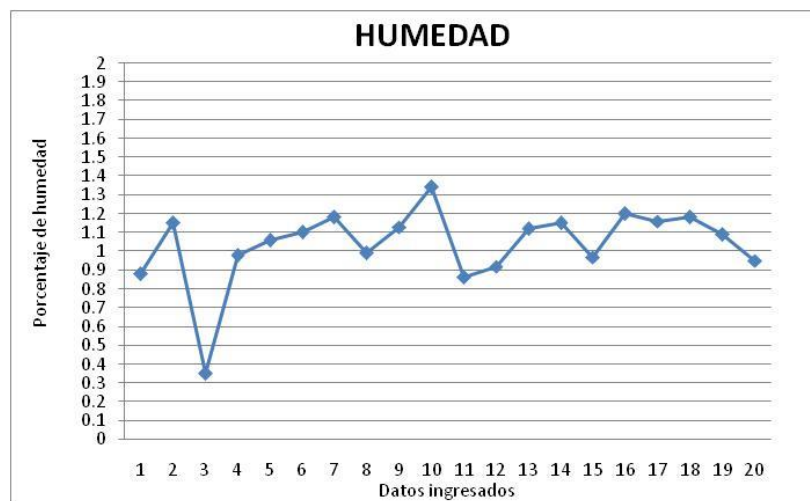
A continuación, se muestran los gráficos de los datos anteriores y su interpretación:

Tabla XII. **Datos de humedad**

	Humedad
1	0.88
2	1.15
3	0.35
4	0.98
5	1.06
6	1.10
7	1.18
8	0.99
9	1.13
10	1.34
11	0.86
12	0.92
13	1.12
14	1.15
15	0.97
16	1.20
17	1.16
18	1.18
19	1.09
20	0.95

Fuente: programa de tendencias, Departamento de Aseguramiento de Calidad.

Figura 18. **Gráfica de humedad**



Fuente: elaboración propia usando el programa Excel.

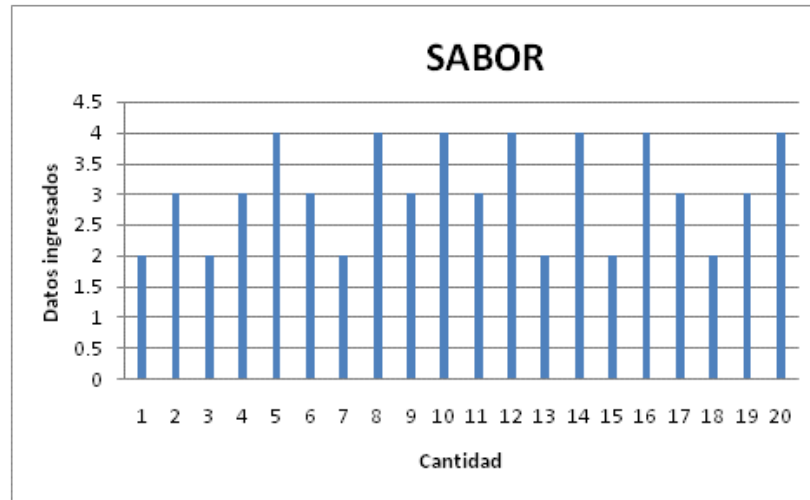
En el gráfico se puede observar que los datos se encuentran muy dispersos, la desviación estándar es de 0,20 y la media de 1,04. Analizando la gráfica en los datos dos, tres, siete, diez, entre otros, no se encuentra con lo establecido por el departamento, por lo que afecta gravemente a la calidad de los cereales, ya que la humedad no debe ser tan alta ni tan baja, ya que esto afectaría la condensación de la masa para luego darle forma de una figura asignada al cereal.

Tabla XIII. **Datos de sabor**

	Sabor
1	2.00
2	3.00
3	2.00
4	3.00
5	4.00
6	3.00
7	2.00
8	4.00
9	3.00
10	4.00
11	3.00
12	4.00
13	2.00
14	4.00
15	2.00
16	4.00
17	3.00
18	2.00
19	3.00
20	4.00

Fuente: programa de tendencias, Departamento de Aseguramiento de Calidad.

Figura 19. **Gráfica de sabor**



Fuente: elaboración propia usando el programa Excel.

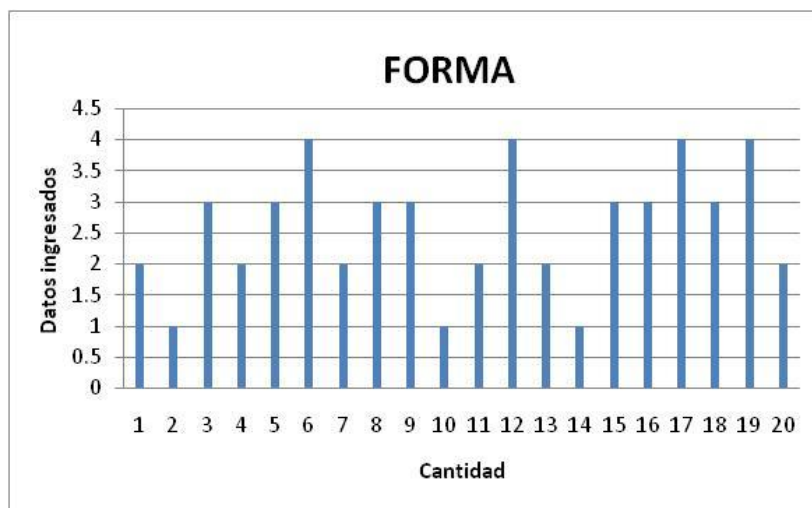
En la gráfica se muestra una corrida de 20 datos en la cual se analizó el sabor del cereal expandido, lo adecuado para que no afecte a la calidad es que al sabor se le dé una valoración de cuatro puntos, esto indica que el producto es aceptado y no afecta la calidad del cereal.

Tabla XIV. **Datos de la forma**

	Forma
1	2.00
2	1.00
3	3.00
4	2.00
5	3.00
6	4.00
7	2.00
8	3.00
9	3.00
10	1.00
11	2.00
12	4.00
13	2.00
14	1.00
15	3.00
16	3.00
17	4.00
18	3.00
19	4.00
20	2.00

Fuente: programa de tendencias, Departamento de Aseguramiento de Calidad.

Figura 20. **Gráfica de la forma**



Fuente: elaboración propia usando el programa Excel.

En el gráfico anterior se muestra la representación de los datos de la forma del cereal, a esta también se le da una valoración de uno a cinco. En la toma de los 20 datos hay una variación de un dato a otro, la variación es notoria, por lo que al final afecta a la calidad del cereal.

2.3.2.1.2. Tabla informativa de producto terminado

En la siguiente tabla se detalla la tabla de información perteneciente al cereal con forma de estrella.

Tabla XV. Datos de cereal expandido uno. Producto terminado

	Humedad	Peso
1	2.40	11.38
2	2.15	12.25
3	2.20	12.43
4	2.33	11.40
5	2.07	12.28
6	2.26	11.37
7	2.18	11.48
8	2.11	11.43
9	2.21	11.42
10	2.15	12.35
11	2.08	12.43
12	2.19	12.36
13	2.09	12.46
14	2.24	12.43
15	2.21	12.49
16	2.28	11.50
17	2.24	11.79
18	2.17	11.88
19	2.18	12.43
20	2.22	12.36

Fuente: programa de tendencias, Departamento de Aseguramiento de Calidad.

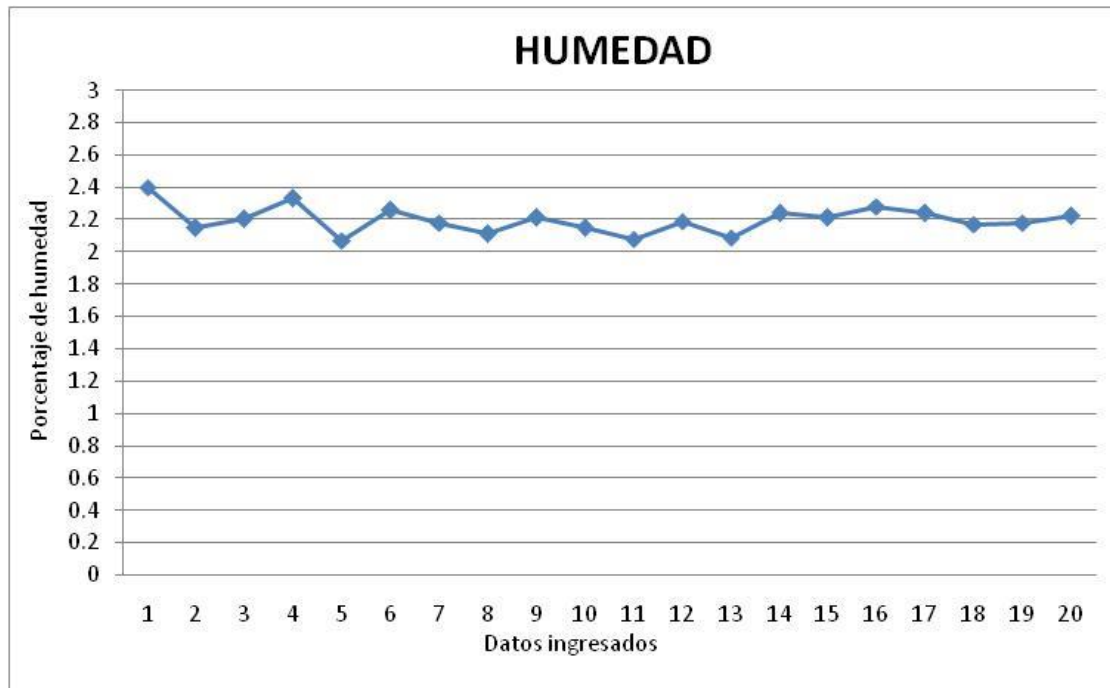
Se muestran los gráficos de los datos anteriores y su interpretación:

Tabla XVI. **Datos de humedad**

	Humedad
1	2.40
2	2.15
3	2.20
4	2.33
5	2.07
6	2.26
7	2.18
8	2.11
9	2.21
10	2.15
11	2.08
12	2.19
13	2.09
14	2.24
15	2.21
16	2.28
17	2.24
18	2.17
19	2.18
20	2.22

Fuente: programa de tendencias, Departamento de Aseguramiento de Calidad.

Figura 21. **Gráfica de humedad**



Fuente: elaboración propia usando el programa Excel.

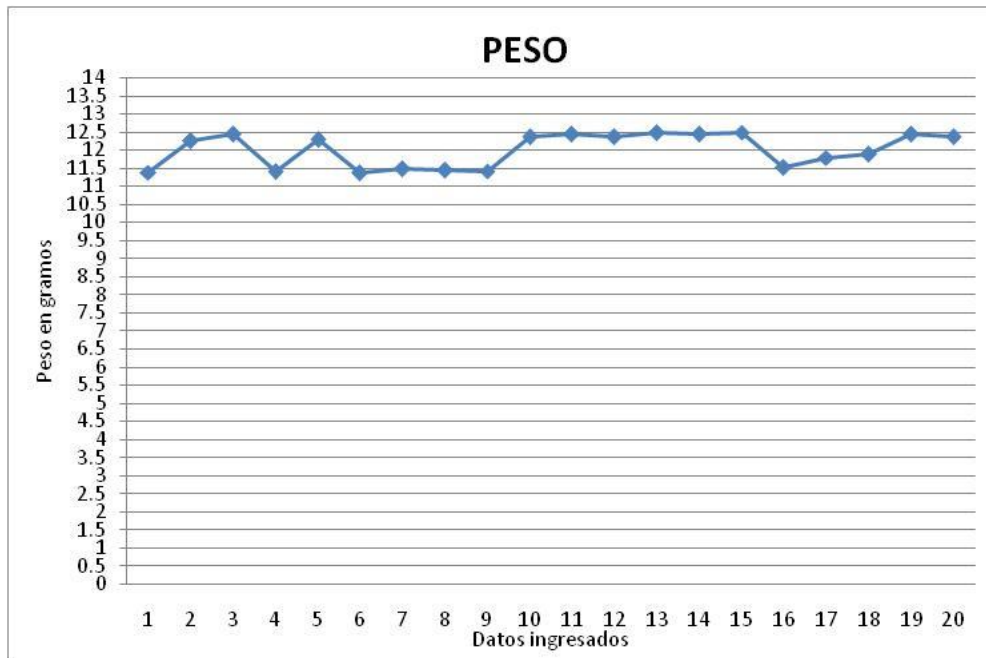
En la gráfica de humedad del producto terminado hay una media de 2,20 y una desviación estándar de 0,08, a pesar de que existe poca variación de un dato a otro, ninguno de los veinte datos se encuentra fuera del parámetro establecido por el Departamento de Aseguramiento de la Calidad (2,5 % a 3,3 %).

Tabla XVII. **Datos de peso**

	Peso
1	11.38
2	12.25
3	12.43
4	11.40
5	12.28
6	11.37
7	11.48
8	11.43
9	11.42
10	12.35
11	12.43
12	12.36
13	12.46
14	12.43
15	12.49
16	11.50
17	11.79
18	11.88
19	12.43
20	12.36

Fuente: programa de tendencias, Departamento de Aseguramiento de Calidad.

Figura 22. **Gráfica de peso**



Fuente: elaboración propia usando el programa Excel.

El comportamiento de la gráfica muestra una media de 11,99, por lo que la mayoría de datos ingresados al programa de tendencias se encuentran dentro de los parámetros ya establecidos, y la desviación estándar es de 0,46.

2.3.2.2. Cereal expandido dos

Cereal en forma de círculos de diferente color.

2.3.2.2.1. Tabla informativa de producto en proceso

En la siguiente tabla se detallan los atributos medidos con los datos respectivos.

Tabla XVIII. Datos del cereal expandido dos. Producto en proceso

	Humedad	Sabor	Forma
1	1.15	3.00	3.00
2	1.10	2.00	3.00
3	0.98	3.00	4.00
4	0.89	4.00	3.00
5	1.18	2.00	3.00
6	1.15	3.00	4.00
7	1.12	2.00	3.00
8	0.97	3.00	2.00
9	0.99	4.00	4.00
10	1.15	1.00	2.00
11	1.22	2.00	3.00
12	1.05	1.00	3.00
13	0.88	2.00	4.00
14	1.12	2.00	4.00
15	0.95	3.00	4.00
16	1.08	4.00	2.00
17	1.12	3.00	3.00
18	0.96	3.00	4.00
19	0.97	4.00	2.00
20	1.21	2.00	1.00

Fuente: programa de tendencias, Departamento de Aseguramiento de Calidad.

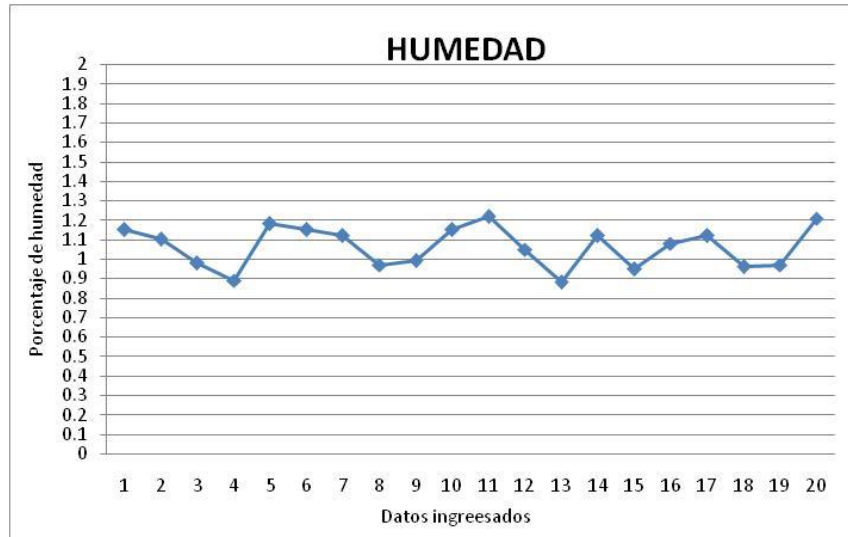
A continuación, se muestran los gráficos de los datos anteriores y su interpretación:

Tabla XIX. **Datos de humedad**

	Humedad
1	1.15
2	1.10
3	0.98
4	0.89
5	1.18
6	1.15
7	1.12
8	0.97
9	0.99
10	1.15
11	1.22
12	1.05
13	0.88
14	1.12
15	0.95
16	1.08
17	1.12
18	0.96
19	0.97
20	1.21

Fuente: programa de tendencias, Departamento de Aseguramiento de Calidad.

Figura 23. **Gráfica de humedad**



Fuente: elaboración propia usando el programa Excel.

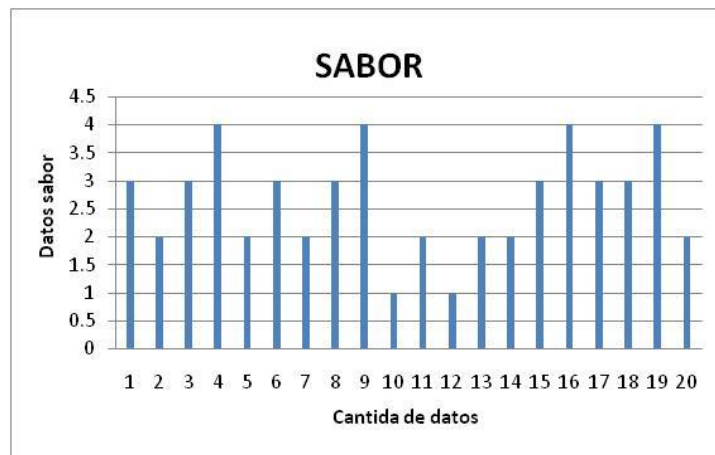
En el gráfico existe una media de 1,06 y una desviación estándar de 0,10, la mayoría de datos no se encuentran en los parámetros establecidos.

Tabla XX. **Datos de sabor**

	Sabor
1	3.00
2	2.00
3	3.00
4	4.00
5	2.00
6	3.00
7	2.00
8	3.00
9	4.00
10	1.00
11	2.00
12	1.00
13	2.00
14	2.00
15	3.00
16	4.00
17	3.00
18	3.00
19	4.00
20	2.00

Fuente: programa de tendencias, Departamento de Aseguramiento de Calidad.

Figura 24. **Gráfica de sabor**



Fuente: elaboración propia usando el programa Excel.

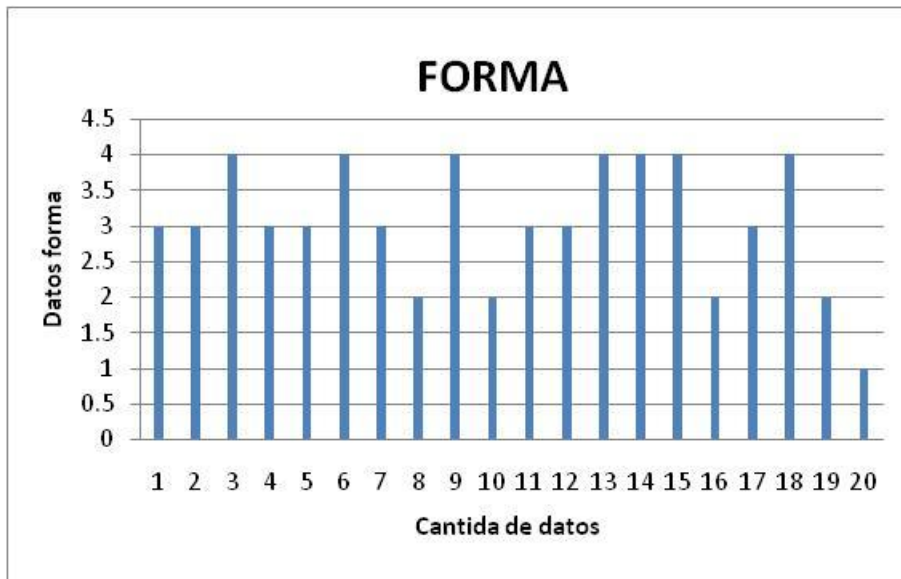
En la gráfica anterior, se muestran los 20 datos del sabor, según el comportamiento de la gráfica los datos 10 y 12 tienen una valoración de uno, por lo que afectan gravemente a la calidad del cereal.

Tabla XXI. **Datos de forma**

	Forma
1	3.00
2	3.00
3	4.00
4	3.00
5	3.00
6	4.00
7	3.00
8	2.00
9	4.00
10	2.00
11	3.00
12	3.00
13	4.00
14	4.00
15	4.00
16	2.00
17	3.00
18	4.00
19	2.00
20	1.00

Fuente: programa de tendencias, Departamento de Aseguramiento de Calidad.

Figura 25. **Gráfica de forma**



Fuente: elaboración propia usando el programa Excel.

Con el gráfico anterior se observa que la forma en el cereal expandido dos tuvo aceptación por parte del auxiliar de laboratorio, aunque el sabor no fue el adecuado la mayoría de datos de la forma sí cumplen según lo establecido; únicamente hubo problema en el dato número veinte.

2.3.2.2.2. Tabla informativa de producto terminado

En la siguiente tabla se detallan los datos pertenecientes al cereal con forma de círculos en distintos colores.

Tabla XXII. Datos de cereal expandido dos. Productos terminados

	Humedad	Peso
1	2.68	12.48
2	2.73	12.56
3	2.52	12.63
4	2.33	12.42
5	2.20	12.53
6	1.46	12.56
7	1.89	12.46
8	2.57	12.48
9	2.45	12.54
10	2.55	12.55
11	1.98	12.49
12	2.35	12.46
13	2.45	12.53
14	2.38	12.52
15	2.59	12.47
16	2.48	12.43
17	2.53	12.39
18	2.46	13.01
19	2.37	12.62
20	2.43	12.74

Fuente: programa de tendencias, Departamento de Aseguramiento de Calidad.

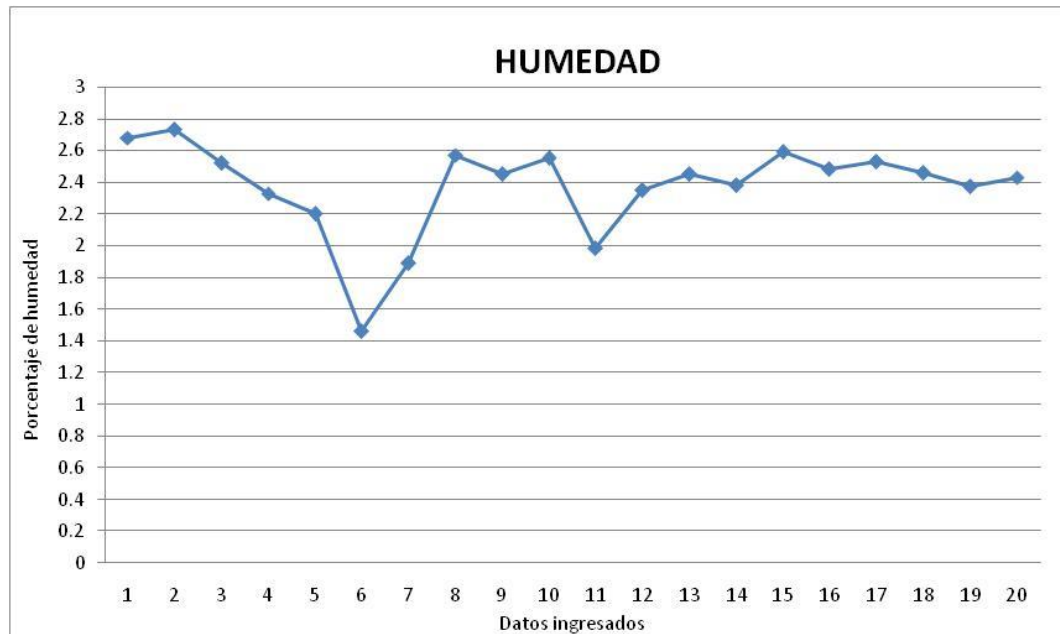
Se muestran los gráficos de los datos anteriores y su interpretación:

Tabla XXIII. **Datos de humedad**

	Humedad
1	2.68
2	2.73
3	2.52
4	2.33
5	2.20
6	1.46
7	1.89
8	2.57
9	2.45
10	2.55
11	1.98
12	2.35
13	2.45
14	2.38
15	2.59
16	2.48
17	2.53
18	2.46
19	2.37
20	2.43

Fuente: programa de tendencias, Departamento de Aseguramiento de Calidad.

Figura 26. **Gráfica de humedad**



Fuente: elaboración propia usando el programa Excel.

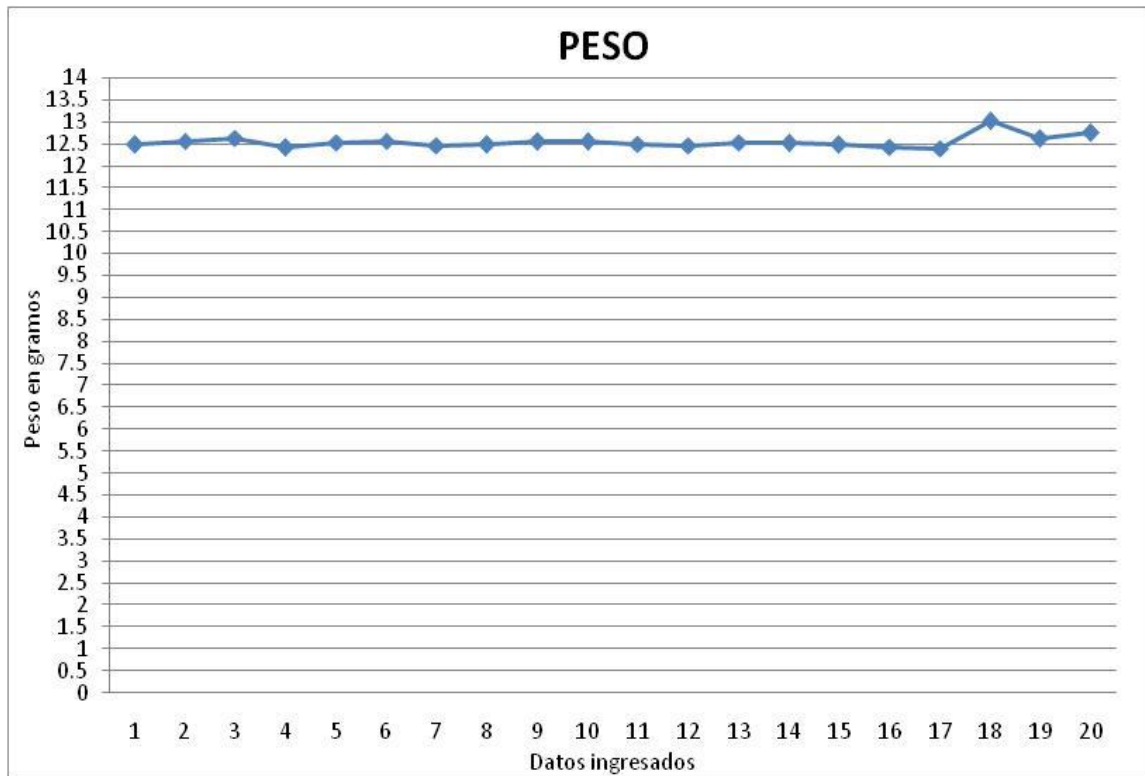
En la gráfica de producto terminado existe una desviación estándar de 0,30, por lo que la variación es notoria, y la media es de 2,37, por lo que la mayoría de datos no cumplen con el parámetro; hay un decaimiento en la gráfica y hay una corrida descendente en los primeros datos, por lo que afecta la calidad en el cereal.

Tabla XXIV. **Datos de peso**

	Peso
1	12.48
2	12.56
3	12.63
4	12.42
5	12.53
6	12.56
7	12.46
8	12.48
9	12.54
10	12.55
11	12.49
12	12.46
13	12.53
14	12.52
15	12.47
16	12.43
17	12.39
18	13.01
19	12.62
20	12.74

Fuente: programa de tendencias, Departamento de Aseguramiento de Calidad.

Figura 27. Datos de peso



Fuente: elaboración propia utilizando el programa Excel.

Con los datos del peso del producto terminado da una media de 12,54 y una desviación estándar de 0,13, por lo que los 20 datos ingresados cumplen con los parámetros y existe una mínima variación respecto a la media de los datos.

2.3.2.3. Cereal expandido tres

Cereal en forma de corazón.

2.3.2.3.1. Tabla informativa de producto en proceso

En la siguiente tabla se detallan los atributos medidos con los datos respectivos.

Tabla XXV. **Datos del cereal expandido tres. Producto en proceso**

Humedad	Sabor	Forma
1.20	3.00	4.00
1.16	2.00	3.00
1.18	4.00	4.00
1.08	3.00	5.00
0.98	4.00	3.00
0.99	2.00	3.00
1.06	3.00	4.00
1.12	5.00	5.00
1.23	3.00	4.00
0.93	5.00	3.00
1.06	2.00	4.00
1.12	4.00	5.00
1.16	3.00	4.00
0.96	5.00	4.00
1.22	3.00	5.00
1.13	4.00	3.00
0.99	3.00	4.00
1.15	2.00	4.00
1.08	5.00	3.00
0.98	3.00	5.00

Fuente: programa de tendencias, Departamento de Aseguramiento de Calidad.

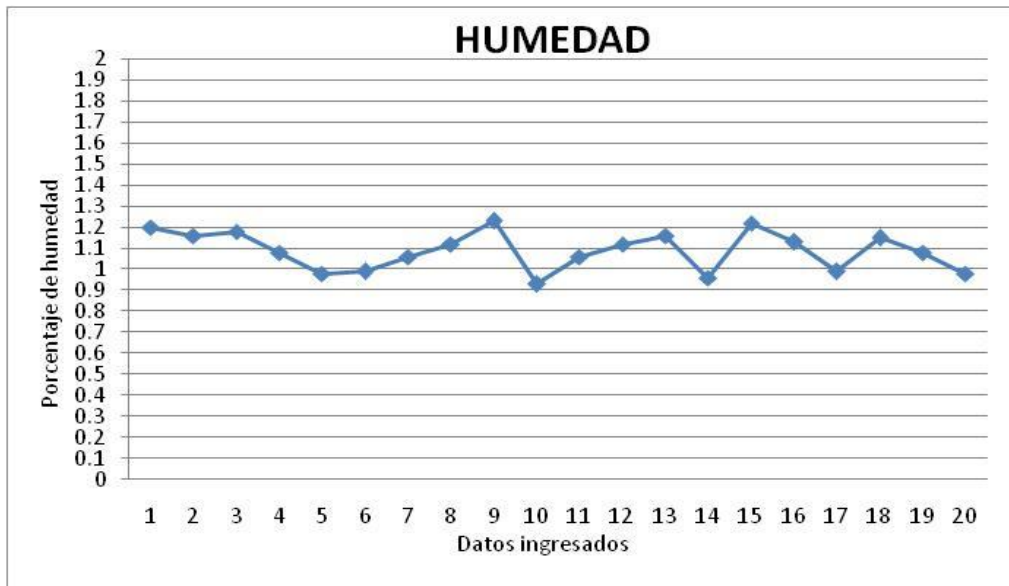
A continuación se muestran los gráficos de los datos anteriores y su interpretación:

Tabla XXVI. **Datos de humedad**

	Humedad
1	1.20
2	1.16
3	1.18
4	1.08
5	0.98
6	0.99
7	1.06
8	1.12
9	1.23
10	0.93
11	1.06
12	1.12
13	1.16
14	0.96
15	1.22
16	1.13
17	0.99
18	1.15
19	1.08
20	0.98

Fuente: programa de tendencias, Departamento de Aseguramiento de Calidad.

Figura 28. Gráfica de humedad



Fuente: elaboración propia utilizando el programa Excel.

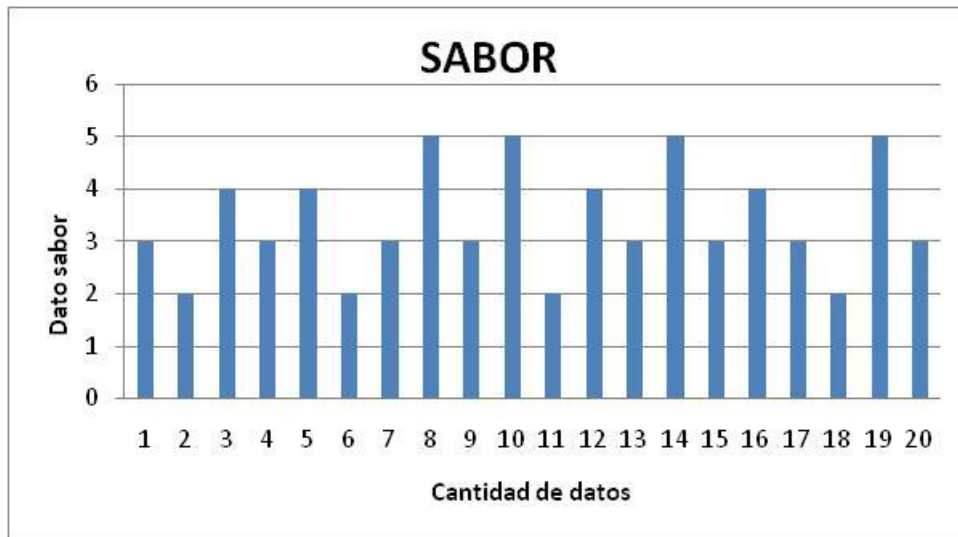
La media es de 1,09 y la desviación estándar de 0,09, los datos de la humedad no se encuentran dentro de los parámetros establecidos por el Departamento de Aseguramiento de la Calidad.

Tabla XXVII. **Datos de sabor**

	Sabor
1	3.00
2	2.00
3	4.00
4	3.00
5	4.00
6	2.00
7	3.00
8	5.00
9	3.00
10	5.00
11	2.00
12	4.00
13	3.00
14	5.00
15	3.00
16	4.00
17	3.00
18	2.00
19	5.00
20	3.00

Fuente: programa de tendencias, Departamento de Aseguramiento de Calidad.

Figura 29. **Gráfica de sabor**



Fuente: elaboración propia utilizando el programa Excel.

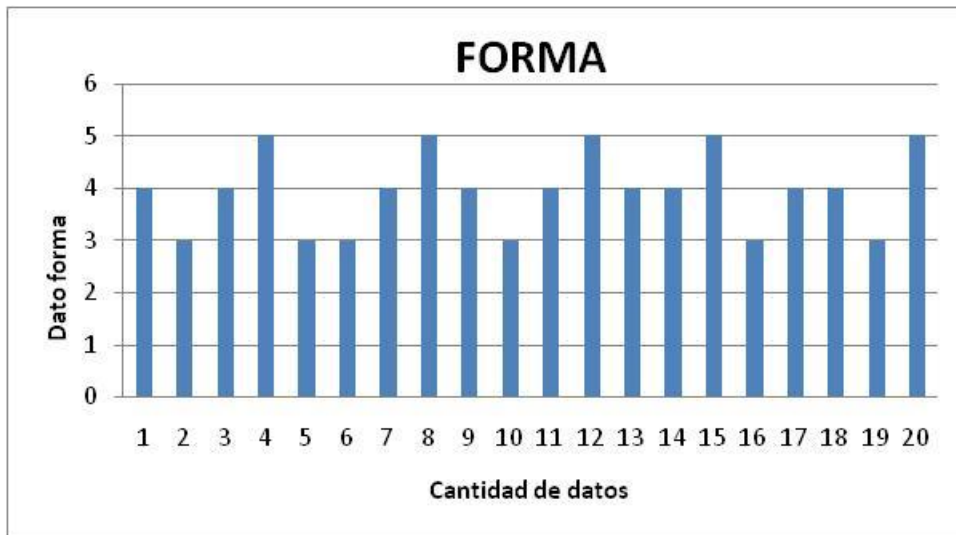
En la gráfica se muestran los datos de sabor del cereal expandido tres, los datos tienen un comportamiento similar a los otros cereales mencionados con anterioridad. De los 20 datos únicamente siete tienen calificación de 4 ó 5, por lo que el sabor durante la producción no es el adecuado y esto afecta a la calidad.

Tabla XXVIII. **Datos de la forma**

	Forma
1	4.00
2	3.00
3	4.00
4	5.00
5	3.00
6	3.00
7	4.00
8	5.00
9	4.00
10	3.00
11	4.00
12	5.00
13	4.00
14	4.00
15	5.00
16	3.00
17	4.00
18	4.00
19	3.00
20	5.00

Fuente: programa de tendencias, Departamento de Aseguramiento de Calidad.

Figura 30. **Gráfico de la forma**



Fuente: elaboración propia utilizando el programa Excel.

En el gráfico anterior se observa que en cinco datos la forma fue excelente, ya que tuvo variación de cinco, mientras que en otros cereales los datos fueron de calificación tres o cuatro.

2.3.2.3.2. Tabla informativa de producto terminado

En la siguiente tabla se muestran los datos del cereal con forma de corazón.

Tabla XXIX. Datos del cereal expandido tres. Producto terminado

	Humedad	Peso
1	2.46	12.30
2	2.45	12.28
3	2.34	12.32
4	2.39	12.27
5	2.42	12.42
6	2.46	12.32
7	2.29	12.39
8	2.34	12.41
9	2.38	12.39
10	2.46	12.56
11	2.47	12.62
12	2.48	12.36
13	2.39	12.42
14	2.29	12.39
15	2.37	12.46
16	2.45	12.49
17	2.36	12.36
18	2.43	12.38
19	2.51	12.43
20	2.49	12.36

Fuente: programa de tendencias, Departamento de Aseguramiento de Calidad.

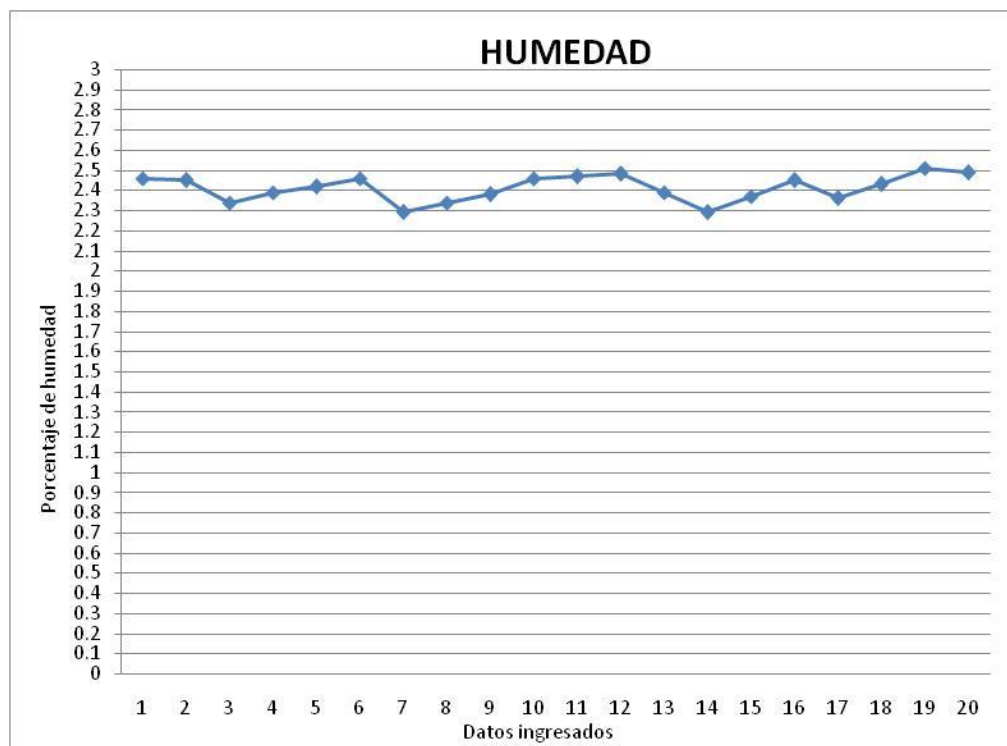
A continuación se muestran los gráficos de los datos anteriores y su interpretación:

Tabla XXX. **Datos de humedad**

	Humedad
1	2.46
2	2.45
3	2.34
4	2.39
5	2.42
6	2.46
7	2.29
8	2.34
9	2.38
10	2.46
11	2.47
12	2.48
13	2.39
14	2.29
15	2.37
16	2.45
17	2.36
18	2.43
19	2.51
20	2.49

Fuente: programa de tendencias, Departamento de Aseguramiento de Calidad.

Figura 31. Gráfico de humedad



Fuente: elaboración propia utilizando el programa Excel.

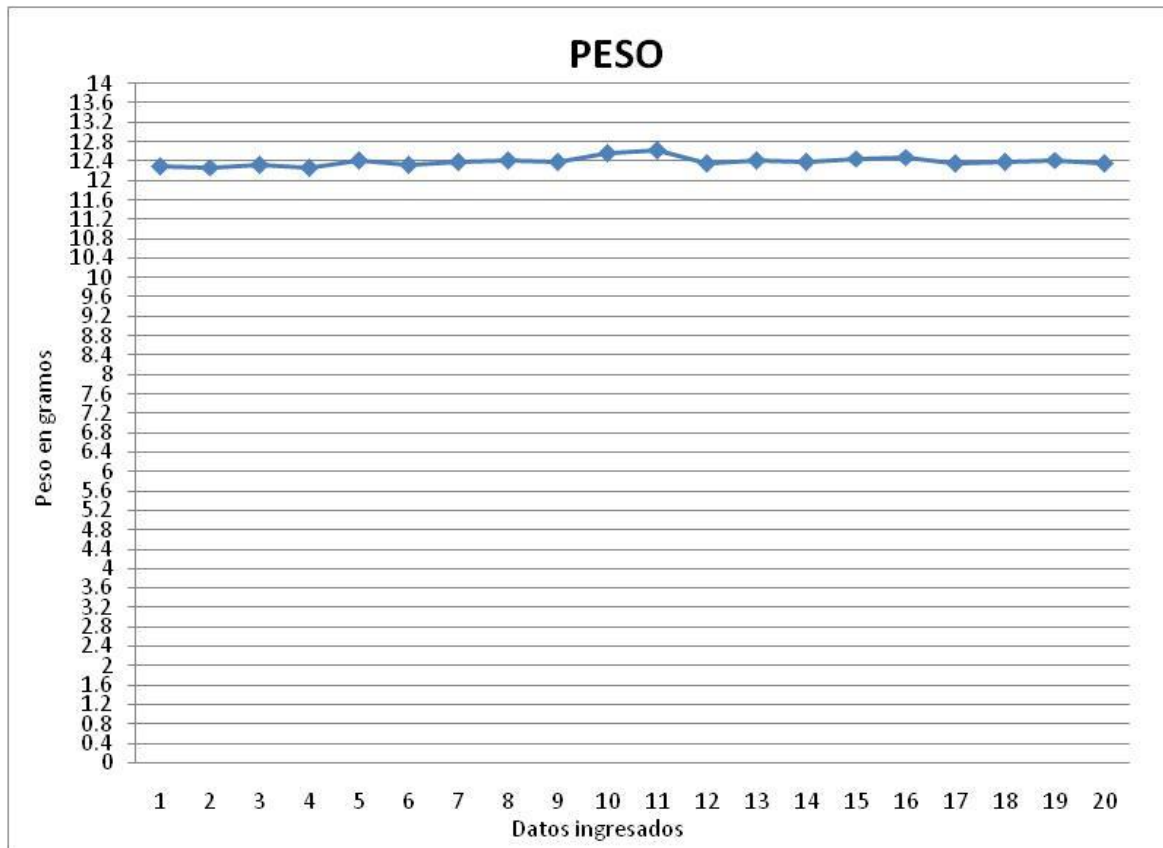
Los datos de la gráfica anterior dan una media de 2,41 y una desviación estándar de 0,06. Por la media se sabe que los datos no están cumpliendo con el parámetro, y aunque exista poca variación de un dato a otro no se cumplió con la calidad.

Tabla XXXI. **Datos de peso**

	Peso
1	12.30
2	12.28
3	12.32
4	12.27
5	12.42
6	12.32
7	12.39
8	12.41
9	12.39
10	12.56
11	12.62
12	12.36
13	12.42
14	12.39
15	12.46
16	12.49
17	12.36
18	12.38
19	12.43
20	12.36

Fuente: programa de tendencias, Departamento de Aseguramiento de Calidad.

Figura 32. **Gráfico de peso**



Fuente: elaboración propia utilizando el programa Excel.

Los datos de la gráfica dan un peso con una desviación estándar de 0,09 y una media de 12,40. Al ver el gráfico y analizar la media se encuentran dentro de los parámetros, y aunque existe poca variación esto afecta la calidad del cereal.

2.3.2.4. **Cereal expandido cuatro**

Cereal en forma de animales maritimitos.

2.3.2.4.1. Tabla informativa de producto en proceso

En la siguiente tabla se detallan los atributos medidos y los datos respectivos.

Tabla XXXII. Datos del cereal expandido cuatro. Producto en proceso

	Humedad	Sabor	Forma
1	1.35	3.00	4.00
2	1.25	4.00	3.00
3	1.18	3.00	5.00
4	1.21	2.00	3.00
5	0.96	2.00	3.00
6	1.08	3.00	2.00
7	1.12	4.00	4.00
8	0.99	3.00	3.00
9	1.18	2.00	4.00
10	1.11	4.00	3.00
11	1.27	3.00	4.00
12	1.25	5.00	5.00
13	1.18	3.00	4.00
14	0.98	4.00	3.00
15	0.88	3.00	3.00
16	1.16	4.00	4.00
17	1.18	2.00	3.00
18	1.27	3.00	3.00
19	1.24	2.00	3.00
20	1.22	3.00	4.00

Fuente: programa de tendencias, Departamento de Aseguramiento de Calidad.

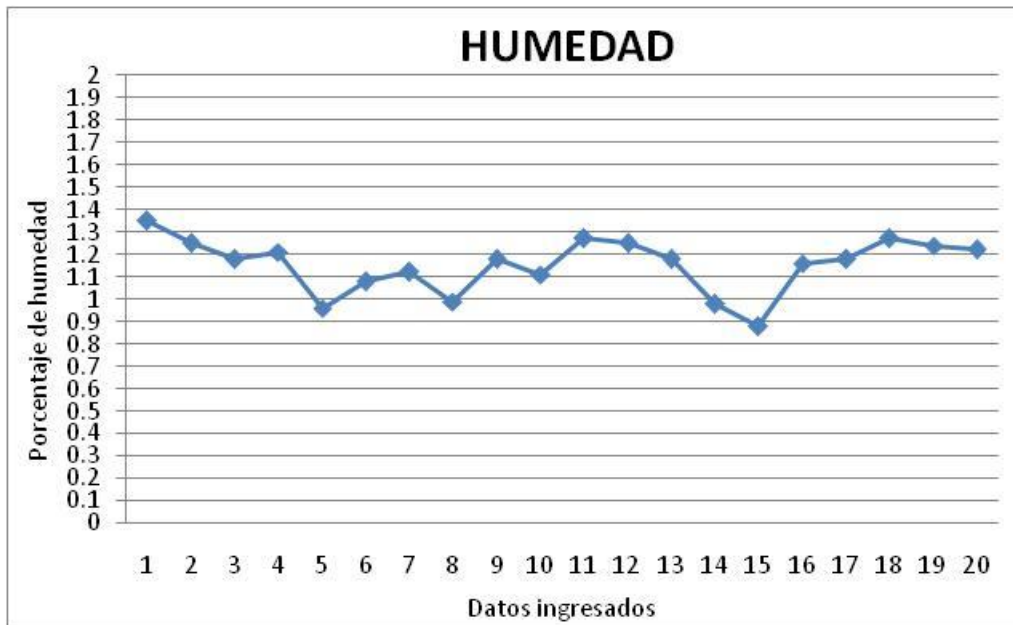
A continuación se muestran los gráficos de los datos anteriores y su interpretación:

Tabla XXXIII. **Datos de humedad**

	Humedad
1	1.35
2	1.25
3	1.18
4	1.21
5	0.96
6	1.08
7	1.12
8	0.99
9	1.18
10	1.11
11	1.27
12	1.25
13	1.18
14	0.98
15	0.88
16	1.16
17	1.18
18	1.27
19	1.24
20	1.22

Fuente: programa de tendencias, Departamento de Aseguramiento de Calidad.

Figura 33. Gráfico de humedad



Fuente: elaboración propia utilizando el programa Excel.

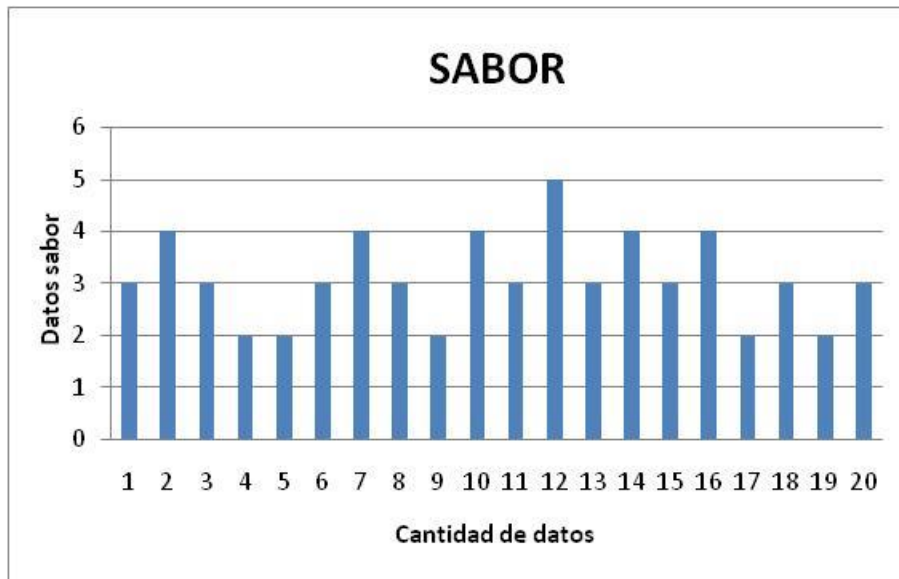
Los datos del gráfico anterior dan una media de 1,3 y una desviación estándar de 0,14, los datos no se encuentran dentro de los parámetros establecidos, la producción de este cereal dio una calidad insatisfactoria.

Tabla XXXIV. **Datos de sabor**

	Sabor
1	3.00
2	4.00
3	3.00
4	2.00
5	2.00
6	3.00
7	4.00
8	3.00
9	2.00
10	4.00
11	3.00
12	5.00
13	3.00
14	4.00
15	3.00
16	4.00
17	2.00
18	3.00
19	2.00
20	3.00

Fuente: programa de tendencias, Departamento de Aseguramiento de Calidad.

Figura 34. **Gráfico de sabor**



Fuente: elaboración propia utilizando el programa Excel.

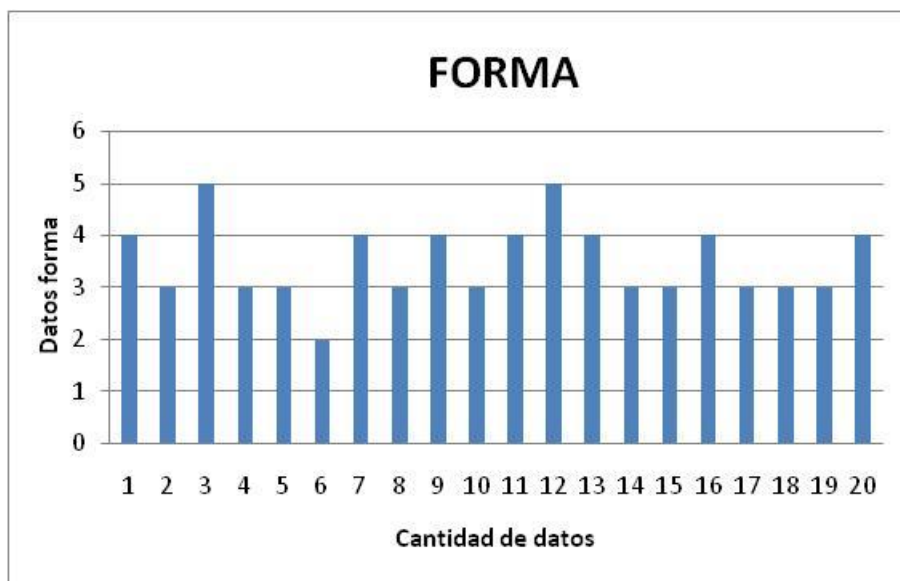
Según el grafico anterior, únicamente en el dato 12 el sabor fue excelente, mientras que los demás datos no tuvieron un comportamiento adecuado, por lo que la calidad no fue satisfactoria.

Tabla XXXV. **Datos de forma**

	Forma
1	4.00
2	3.00
3	5.00
4	3.00
5	3.00
6	2.00
7	4.00
8	3.00
9	4.00
10	3.00
11	4.00
12	5.00
13	4.00
14	3.00
15	3.00
16	4.00
17	3.00
18	3.00
19	3.00
20	4.00

Fuente: programa de tendencias, Departamento de Aseguramiento de Calidad.

Figura 35. **Gráfico de forma**



Fuente: elaboración propia utilizando el programa Excel.

En el gráfico anterior se observa que en la mayoría de datos la forma no era la adecuada, se concentran en una valoración de tres, por lo que también afecta en la calidad del cereal.

2.3.2.4.2. Tabla informativa de producto terminado

En los datos siguientes se muestra el comportamiento del cereal con forma de animales marítimos.

Figura 36. Datos del cereal expandido cuatro. Producto terminado

	Humedad	Peso
1	2.54	13.12
2	2.49	13.22
3	2.55	12.98
4	2.38	12.97
5	2.43	12.93
6	2.37	13.08
7	2.52	13.17
8	2.45	13.14
9	2.45	12.99
10	2.39	12.94
11	2.53	13.11
12	2.54	13.18
13	2.49	13.23
14	2.53	13.19
15	2.57	12.99
16	2.43	12.96
17	2.48	12.98
18	2.46	13.12
19	2.49	13.15
20	2.62	13.17

Fuente: programa de tendencias, Departamento de Aseguramiento de Calidad.

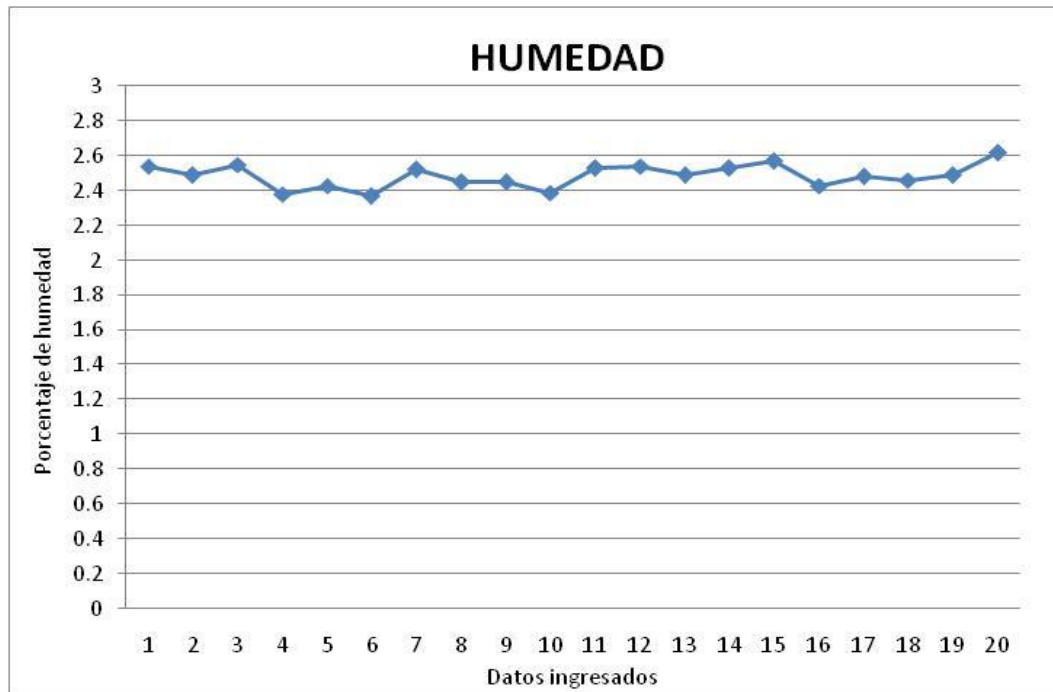
A continuación se muestran los gráficos de los datos anteriores y su interpretación:

Tabla XXXVI. **Datos de humedad**

	Humedad
1	2.54
2	2.49
3	2.55
4	2.38
5	2.43
6	2.37
7	2.52
8	2.45
9	2.45
10	2.39
11	2.53
12	2.54
13	2.49
14	2.53
15	2.57
16	2.43
17	2.48
18	2.46
19	2.49
20	2.62

Fuente: programa de tendencias, Departamento de Aseguramiento de Calidad.

Figura 37. **Gráfico de humedad**



Fuente: elaboración propia utilizando el programa Excel.

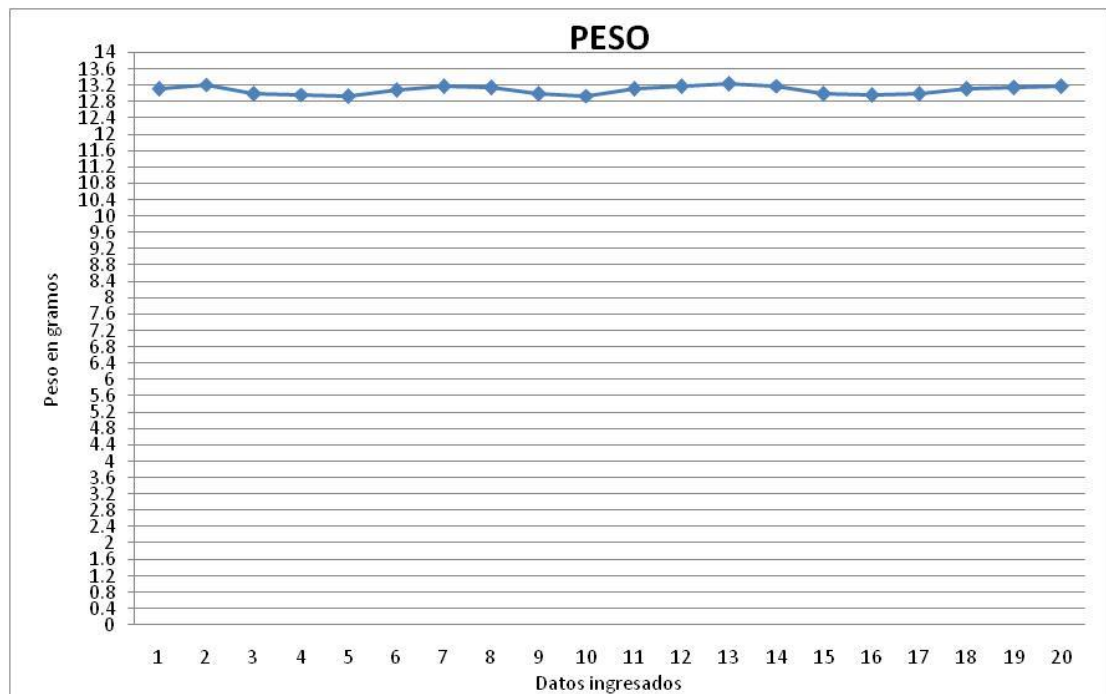
Con los datos anteriores se obtuvo una media de 2,6 y una desviación estándar de 0,07. Al analizar la media se encuentra dentro del parámetro establecido, sin embargo, hay datos fuera de las especificaciones. Aun así, se determinó que la humedad en el producto terminado fue satisfactoria

Tabla XXXVII. **Datos de peso**

	Peso
1	13.12
2	13.22
3	12.98
4	12.97
5	12.93
6	13.08
7	13.17
8	13.14
9	12.99
10	12.94
11	13.11
12	13.18
13	13.23
14	13.19
15	12.99
16	12.96
17	12.98
18	13.12
19	13.15
20	13.17

Fuente: programa de tendencias, Departamento de Aseguramiento de Calidad.

Figura 38. **Gráfico de peso**



Fuente: elaboración propia utilizando el programa Excel.

La media de los datos anteriores es de 13,08 y la desviación estándar de 0,10, ninguno de los veinte datos ingresados al programa de tendencias cumple con el parámetro establecido.

2.4. Discusión general

Se analizaron los datos de la avena refinada y de cuatro cereales expandidos, durante el proceso de producción y del producto terminado; para ello se hicieron gráficos, realizando el cálculo estadístico de media y desviación estándar para cada segmento.

En conjunto se observa que los cereales expandidos no cumplen con la calidad, ya que los datos se encuentran fuera de los límites establecidos por el Departamento de Aseguramiento de Calidad. En todos los cereales se cumplía en una especificación mientras que en otra no, por lo que ninguno fue aceptado completamente; aun así, el producto sí fue enviado a los distintos centros de distribución

Se planteó un diagrama de causa y efecto en el cual se detallan los problemas y la raíz de las especificaciones que afectan el producto.

En la siguiente tabla se resume el comportamiento de humedad y peso y cuál fue su comportamiento en producto terminado.

Tabla XXXVIII. Resumen

PRODUCTO TERMINADO	HUMEDAD	PESO
AVENA	La media de los datos obtenidos es de 12.90, por lo que el proceso de avena no es el adecuado, ya que no se encuentran dentro de los límites establecidos	La desviación de los datos es de 0.09, y la mayoría de datos cumplen con los límites establecidos.
CEREAL 1	De los datos obtenidos se calculó una desviación estándar de 0.08, y los datos se encuentran fuera de los límites establecidos.	Los datos muestran una media de 11.99 y una desviación de 0.46, no existe variabilidad de los datos.
CEREAL 2	En lo datos muestran una desviación de 0.30, la variación es muy notoria, por lo que en 12 datos no se encuentran dentro de lo establecido.	Los datos del peso tienen una relación respecto a la media, ya que el comportamiento con base en la media es de 12.54.
CEREAL 3	La media de los datos obtenidos es de 2.41, por lo que no están cumpliendo con lo establecido	La media para estos datos es de 12.40, detonando una desviación estándar de 0.09.
CEREAL 4	Los datos se encuentran dentro de los límites establecidos ya que la media es de 2.6, dando como resultado satisfactorio y aceptando el producto.	La desviación estándar es de 0.10 y una media de 13.08.

Fuente: elaboración propia.

3. PROPUESTA

3.1. Buenas prácticas de manufactura

Son una herramienta básica para la obtención de productos seguros para el consumo humano, ayudan a garantizar que los productos cumplan satisfactoriamente los requerimientos de calidad y necesidades del cliente, puesto que se relacionan con las condiciones de las instalaciones y procedimientos establecidos para el proceso de producción. Su objetivo es garantizar la calidad e inocuidad de los cereales expandidos.

Los beneficios de implementar correctamente las buenas prácticas de manufactura (BPM) son el cumplimiento con regulaciones, normativas nacionales e internacionales y reducción de reclamos. En resumen, las BPM garantizarán que las operaciones se realicen higiénicamente desde la llegada de la materia prima hasta el producto terminado.

En el capítulo dos se plantearon los problemas encontrados y las áreas en las cuales no se cumplen correctamente las BPM. A continuación, se proponen las áreas a mejorar:

3.1.1. Áreas que cubren las buenas prácticas de manufactura

Para cumplir con las regulaciones nacionales e internacionales que la empresa posee es necesario corregir los problemas en las siguientes áreas:

- Recepción, manejo y almacenaje de materia prima
- Procesamiento
- Empaque y almacenamiento

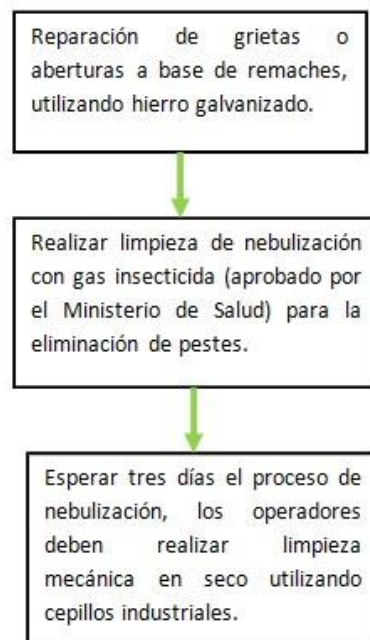
3.1.1.1. Recepción, manejo y almacenaje de materia prima

Existe un proceso de manejo de materia prima desde el transporte en los contenedores hasta el almacenamiento en los silos. Y al no tener los silos en condiciones adecuadas puede existir contaminación de plagas y exceso de humedad.

El exceso de humedad es un factor importante por la multiplicación de hongos e insectos, si se incrementa la humedad los hongos e insectos se multiplican rápidamente y pueden afectar gravemente a la materia prima. Es por eso que las BPM comienzan en el área de recepción para mantener la materia prima limpia y aislada de contaminantes a través de todo el proceso y asegurar que cuando llegue esté en condiciones adecuadas.

Los silos son usados para almacenar, la estructura adecuada tiene que ser segura, sin grietas ni aberturas donde la humedad o las plagas puedan entrar en contacto con la materia prima. El objetivo es mantener la calidad original, seco y libre de insectos. Para ello el departamento de mecánica eléctrica debe seguir los siguientes pasos:

Figura 39. **Pasos para la reparación y limpieza de silos**



Fuente: elaboración propia.

3.1.2. Control de plagas

El lugar donde se coloca la avena refinada mientras es utilizada tiene que estar limpio y ordenado, la maquinaria donde se producen los cereales está igualmente expuesta a una contaminación, que puede ser de diversas fuentes tales como:

- Plagas: insectos, roedores.
- Microorganismos: hongos y o bacterias en los pallets.

Aspectos importantes para el control de plagas:

- Identificación de plagas.
- Utilizar pesticidas aprobados por el Ministerio de Salud, la aplicación de estos debe ser cuidadosa para no dañar los alimentos, equipos, etc. Todos los pesticidas deberán guardarse en un lugar exclusivo y mantenerse debidamente identificados.
- Monitoreo: inspeccionar todas las cajas con varias entradas y salidas, tanto para las que se encuentran pegadas al suelo como las que están estibadas.
- Trampas pegajosas: trampas con pegamento especial, atrapa insectos y roedores. Para la colocación adecuada de las trampas se deberán seguir los siguientes pasos:

Figura 40. **Pasos para colocación de trampas**



Fuente: elaboración propia.

Áreas específicas:

- Edificios: planta, oficinas y bodegas
- Interior de planta
- Parqueos
- Tragante de aguas pluviales
- Ductos

Áreas perimetrales:

- Primer anillo perimetral: alrededor del exterior de los edificios, cerca de puertas.
- Segundo anillo perimetral: interior de las instalaciones, específicamente en las esquinas donde no se coloca producto.

Si se llega a encontrar una plaga es necesario llenar una hoja de control y notificar inmediatamente al Departamento de Aseguramiento de Calidad.

Figura 41. **Registro de control de plagas**

REGISTRO CONTROL DE PLAGAS
INDUSTRIA ALIMENTICIA
NOMBRE:

ÁREA INSPECCIONADA:

FECHA	TIPO DE PLAGA	PRODUCTO UTILIZADO	OBSERVACIONES

GERENTE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD:
FIRMA:

Fuente: elaboración propia.

Para la prevención se propone utilizar elementos claves para un saneamiento efectivo, como:

- Limpieza: semanalmente programar limpiezas en la maquinaria, suelos, paredes y lugares de trabajo, y llenar hojas de inspección para un mejor control.

Figura 42. **Programación de limpieza**

Programación de Limpieza
Industria Alimenticia
Hoja 1 de 2

Nombre	IBM	Área de limpieza	Turno

Gerente:
Firma

Continuación figura 42

Programación de Limpieza Industria Alimenticia Hoja 2 de 2	
Utensilios a utilizar dependiendo del área a limpiar :	
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
Gerente:	Firma

Fuente: elaboración propia.

Para la inspección de limpieza se propone el siguiente formato, indicando la ponderación del lugar de limpieza y tomando en cuenta las siguientes ponderaciones:

Tabla XXXIX. **Tabla de ponderaciones**

1	Malo
2	Debe mejorar
3	Aceptable
4	Bueno
5	Excelente

Fuente: elaboración propia.

Figura 43. Hoja de inspección de limpieza

Hojas de inspección
Industria alimenticia
Departamento Aseguramiento de Calidad

Área: _____ Fecha: _____

Nombre: _____ IBM: _____

Colocar lugar de limpieza, si cumple o no cumple.

Lugar de limpieza	Ponderación (1-5)

Observaciones:

Firma:

Fuente: elaboración propia.

- Mantenimiento: los jefes de cada planta deben programar mantenimientos y tomar en cuenta las siguientes observaciones para controlar el uso adecuado de la maquinaria:
 - Las máquinas deben mantenerse en buenas condiciones de operación de acuerdo a programas establecidos por el departamento de mantenimiento de mecánica eléctrica.

- La maquinaria utilizada para la producción de los cereales debe ser limpiada y sanitizada de acuerdo a los procesos definidos, realizar una inspección y llenar hojas de inspección de limpieza.

Figura 44. **Hojas de inspección de maquinaria**

Control de la Maquinaria Industria Alimenticia Departamento Aseguramiento de Calidad	
Código de la máquina: _____	Fecha: _____
Nombre: _____	
Se presenta un listado el cual chequear si cumple con la inspección:	
1) Limpia <input type="checkbox"/>	
2) Sanitizada <input type="checkbox"/>	
Observaciones:	

Fuente: elaboración propia.

- No deben ser manipuladas por personas ajenas, únicamente los operadores, jefes y supervisores asignados.
- Ciertas máquinas necesitan de medición y calibración periódica, para no afectar con las especificaciones de los cereales.

3.1.2.1. Procesamiento

La hojuela que es utilizada para la producción de la avena refinada se mantiene almacenada en los silos, para luego ser transportada a la planta uno, donde se realiza todo el proceso. Para un mejor control de la avena refinada y los cereales expandidos, se propone lo siguiente:

3.1.3. Control estadístico

Para un mejor control de la calidad en los productos y la interpretación de los datos es necesario un control estadístico. Para ello se propone dividir en variables cuantitativas y variables cualitativas.

3.1.3.1. Variables cuantitativas

Son variables con valores numéricos y se clasifican según el número de valores. Las variables a analizar para la avena refinada y los cereales expandidos son de carácter continuo, ya que pueden adquirir cualquier valor dentro de un intervalo de valores determinado (humedad, peso y granulometría).

En el capítulo dos se analizaron los datos brindados por el Departamento de Aseguramiento de Calidad y estos se encontraban fueran de los límites establecidos, por lo que se proponen nuevos límites mediante un gráfico de control: carta de control X, esta es una carta de control para variables, ya que se aplican a características de calidad tipo continuo, que requieren un instrumento de medición. Tal es el caso para realizar la medición de la humedad, granulometría en la avena y cereales expandidos.

Se detallan los límites propuestos con su respectiva gráfica:

- Avena refinada:

Tabla XL. **Límites de humedad**

Humedad	
Límite superior	13.83
Límite central	12.77
Límite inferior	11.7

Fuente: elaboración propia.

A2 se toma de la siguiente tabla:

Tabla XLI. **Tabla de constantes**

Constantes para Gráficos de Control																
n	A	A2	A3	c4	1/c4	B3	B4	B5	B6	d2	d3	1/d2	D1	D2	D3	D4
2	2.121	1.880	2.659	0.798	1.253	0.000	3.267	0.000	2.606	1.128	0.853	0.886	0.000	3.686	0.000	3.267
3	1.732	1.023	1.954	0.886	1.128	0.000	2.568	0.000	2.276	1.693	0.888	0.591	0.000	4.358	0.000	2.575
4	1.500	0.729	1.628	0.921	1.085	0.000	2.266	0.000	2.088	2.059	0.880	0.486	0.000	4.698	0.000	2.282
5	1.342	0.577	1.427	0.940	1.064	0.000	2.089	0.000	1.964	2.326	0.864	0.430	0.000	4.918	0.000	2.114
6	1.225	0.483	1.287	0.952	1.051	0.030	1.970	0.029	1.874	2.534	0.848	0.395	0.000	5.079	0.000	2.004
7	1.134	0.419	1.182	0.959	1.042	0.118	1.882	0.113	1.806	2.704	0.833	0.370	0.205	5.204	0.076	1.924
8	1.061	0.373	1.099	0.965	1.036	0.185	1.815	0.179	1.751	2.847	0.820	0.351	0.388	5.307	0.136	1.864
9	1.000	0.337	1.032	0.969	1.032	0.239	1.761	0.232	1.707	2.970	0.808	0.337	0.547	5.394	0.184	1.816
10	0.949	0.308	0.975	0.973	1.028	0.284	1.716	0.276	1.669	3.078	0.797	0.325	0.686	5.469	0.223	1.777
11	0.905	0.285	0.927	0.975	1.025	0.321	1.679	0.313	1.637	3.173	0.787	0.315	0.811	5.535	0.256	1.744
12	0.866	0.266	0.886	0.978	1.023	0.354	1.646	0.346	1.610	3.258	0.778	0.307	0.923	5.594	0.283	1.717
13	0.832	0.249	0.850	0.979	1.021	0.382	1.618	0.374	1.585	3.336	0.770	0.300	1.025	5.647	0.307	1.693
14	0.802	0.235	0.817	0.981	1.019	0.406	1.594	0.398	1.563	3.407	0.763	0.294	1.118	5.696	0.328	1.672
15	0.775	0.223	0.789	0.982	1.018	0.428	1.572	0.421	1.544	3.472	0.756	0.288	1.203	5.740	0.347	1.653
16	0.750	0.212	0.763	0.983	1.017	0.448	1.552	0.440	1.527	3.532	0.750	0.283	1.282	5.782	0.363	1.637
17	0.728	0.203	0.739	0.985	1.016	0.466	1.534	0.459	1.510	3.588	0.744	0.279	1.356	5.820	0.378	1.622
18	0.707	0.194	0.718	0.985	1.015	0.482	1.518	0.475	1.496	3.640	0.739	0.275	1.424	5.856	0.391	1.609
19	0.688	0.187	0.698	0.986	1.014	0.497	1.503	0.490	1.483	3.689	0.733	0.271	1.489	5.889	0.404	1.596
20	0.671	0.180	0.680	0.987	1.013	0.510	1.490	0.503	1.470	3.735	0.729	0.268	1.549	5.921	0.415	1.585
21	0.655	0.173	0.663	0.988	1.013	0.523	1.477	0.516	1.459	3.778	0.724	0.265	1.606	5.951	0.425	1.575
22	0.640	0.167	0.647	0.988	1.012	0.534	1.466	0.528	1.448	3.819	0.720	0.262	1.660	5.979	0.435	1.565
23	0.626	0.162	0.633	0.989	1.011	0.545	1.455	0.539	1.438	3.858	0.716	0.259	1.711	6.006	0.443	1.557
24	0.612	0.157	0.619	0.989	1.011	0.555	1.445	0.549	1.429	3.895	0.712	0.257	1.759	6.032	0.452	1.548
25	0.600	0.153	0.606	0.990	1.010	0.565	1.435	0.559	1.420	3.931	0.708	0.254	1.805	6.056	0.459	1.541

Fuente: FEIGBAUN GUTIÉRREZ, Humberto. *Calidad total y productividad*. Consulta: enero del 2018.

El valor obtenido se utiliza para todos los cálculos de límites.

- Cálculo de límites:

$$LCS = \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R}$$

$$\text{Línea central} = \bar{\bar{X}}$$

$$LCI = \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R}$$

Las fórmulas se aplican a los cálculos siguientes.

Sustituyendo datos:

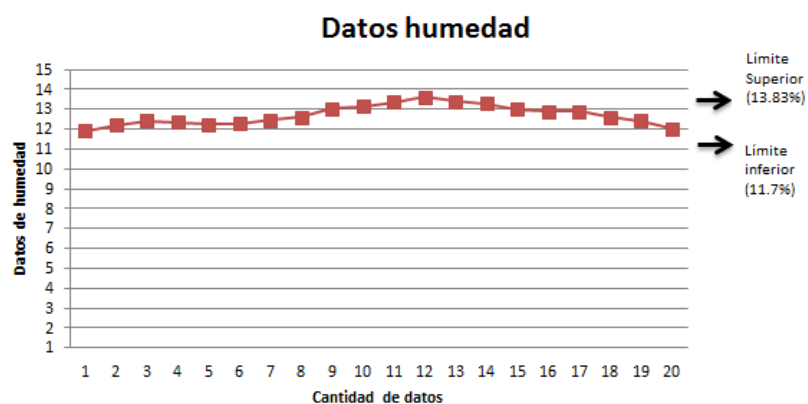
- LCS: $(12.77) + ((1.023) * (1.04)) = 13.83$
- Límite Central: $=12.77$
- LCI: $(12.77) - ((1.023) * (1.04)) = 11.7$

Tabla XLII. **Límites de humedad**

Humedad	
Límite superior	13.83
Límite central	12.77
Límite inferior	11.7

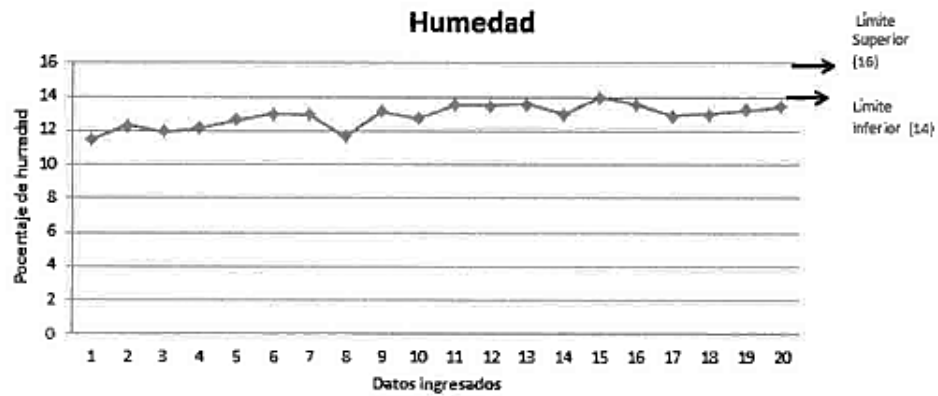
Fuente: elaboración propia.

Figura 45. **Gráfico de humedad propuesto**



Fuente: elaboración propia.

Figura 46. **Gráfico de humedad de situación actual**



Fuente: elaboración propia.

- Granulometría:

- Media: $X = 1.07$
- Rango: 0.14
- $A_2 = 1.023$

$$LCS: (1.07) + ((1.023) * (0.14)) = 1.21$$

$$\text{Límite Central:} = 1.07$$

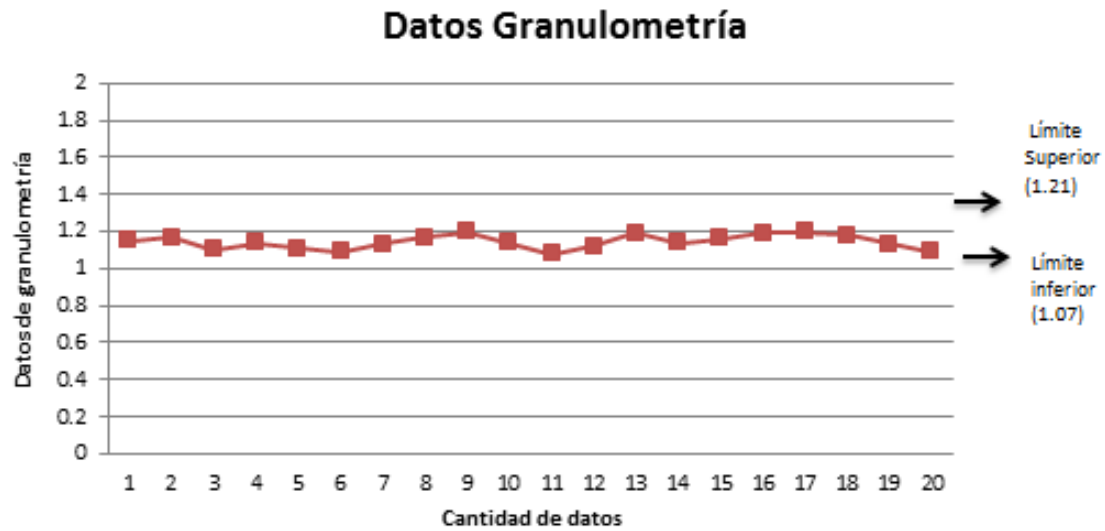
$$LCI: (12.77) - ((1.023) * (1.04)) = 0.93$$

Tabla XLIII. **Límites de granulometría**

Granulometría	
Límite superior	1.21
Límite central	1.07
Límite inferior	0.93

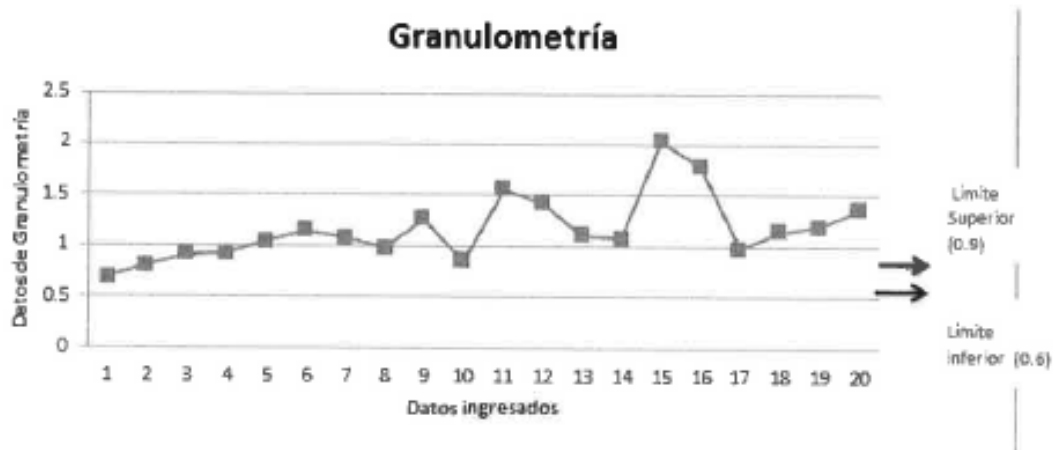
Fuente: elaboración propia.

Figura 47. **Gráfico de granulometría propuesto**



Fuente: elaboración propia.

Figura 48. **Gráfico de granulometría de situación actual**



Fuente: elaboración propia.

- Cereales expandidos en proceso:

- Humedad:

- Media $X = 1.09$
 - Rango = 0.75
 - $A_x = 0.729$

$$\text{LCS: } (1.09) + ((0.729) * (0.75)) = 1.64$$

$$\text{Límite Central: } = 1.09$$

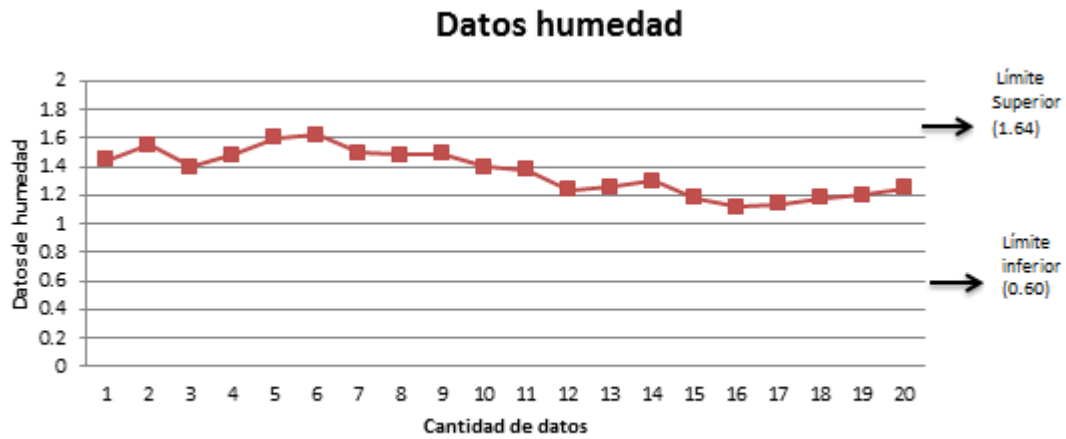
$$\text{LCI: } (1.09) - ((0.729) * (0.75)) = 0.60$$

Tabla XLIV. **Límites de humedad**

Humedad	
Límite superior	1.64
Límite central	1.09
Límite inferior	0.60

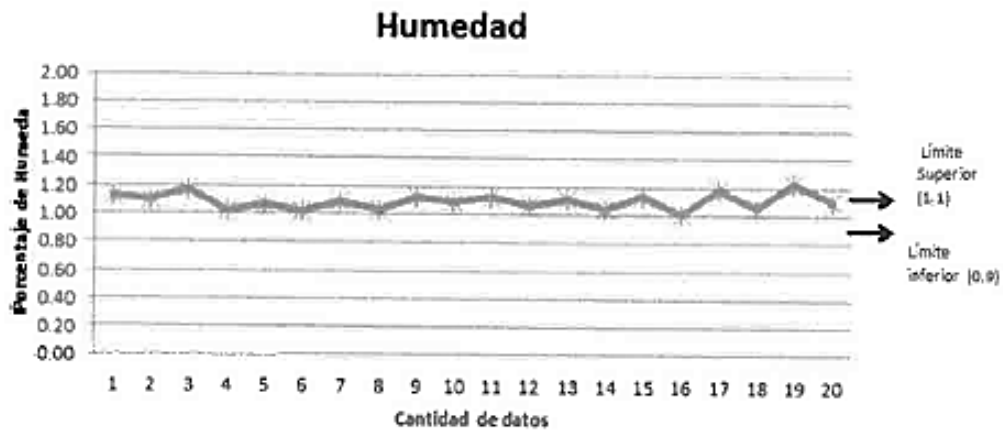
Fuente: elaboración propia.

Figura 49. Gráfico de humedad propuesto



Fuente: elaboración propia.

Figura 50. Gráfico de humedad de situación actual



Fuente: elaboración propia.

- Cereales expandidos, producto terminado:

- Humedad:

- Media $X = 2.41$
 - Rango = 0.94
 - $A_x = 0.729$

$$\text{LCS: } (2.41) + ((0.729) * (0.75)) = 3.10$$

$$\text{Límite Central: } = 2.41$$

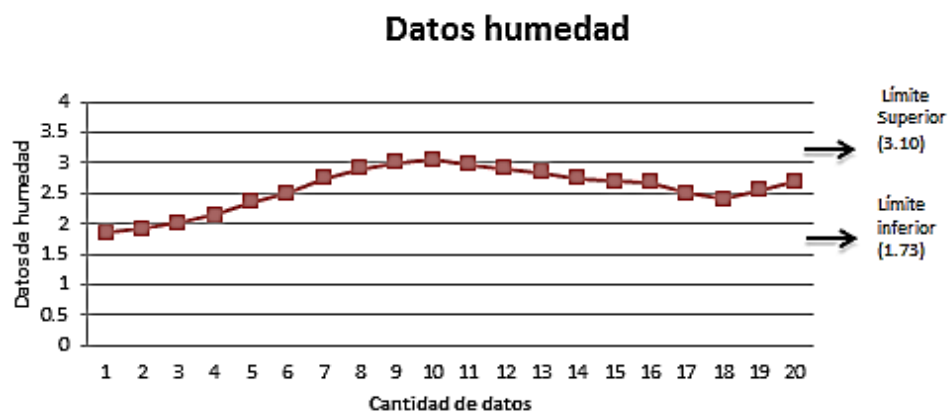
$$\text{LCI: } (2.41) - ((0.729) * (0.75)) = 1.73$$

Tabla XLV. **Límites de humedad**

Humedad	
Límite superior	3.10
Límite central	2.41
Límite inferior	1.73

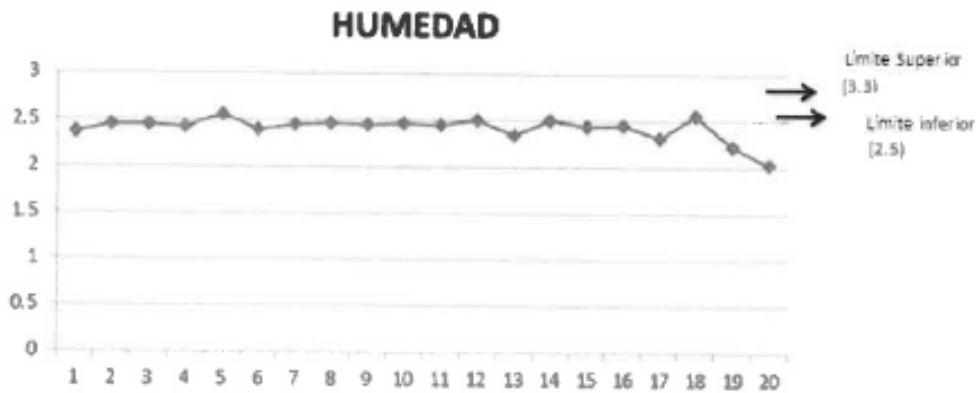
Fuente: elaboración propia.

Figura 51. **Gráfico de humedad propuesto**



Fuente: elaboración propia.

Figura 52. **Gráfico de humedad de situación actual**



Fuente: elaboración propia.

- **Peso:**

- Media $X = 12.67$
- Rango = 1.25
- $A_x = 0.729$

$$\text{LCS: } (1.09 + ((0.729) * (0.75)) = 13.58$$

$$\text{Límite Central: } = 12.67$$

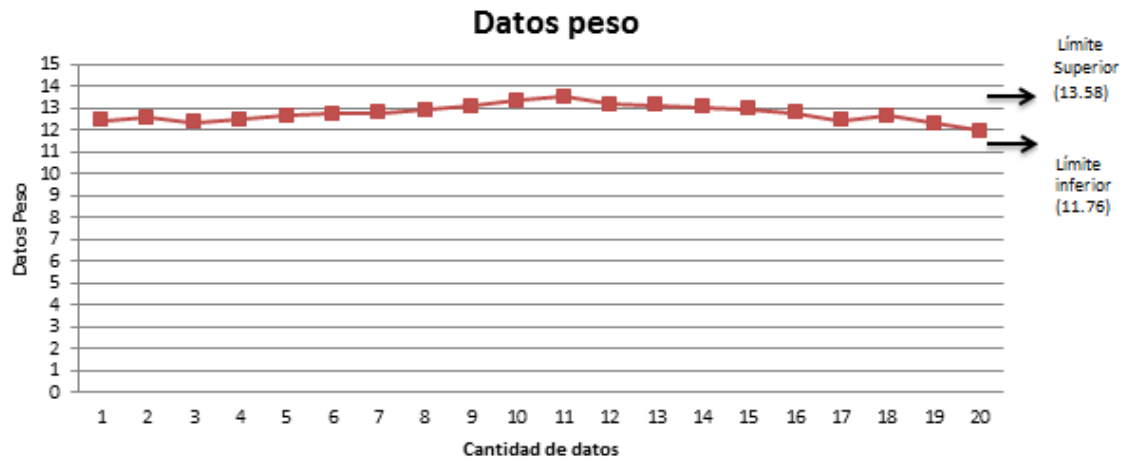
$$\text{LCI: } (1.09) - ((0.729) * (0.75)) = 11.76$$

Tabla XLVI. **Límites de peso**

PESO	
Límite Superior	13.58
Límite Central	12.67
Límite Inferior	11.76

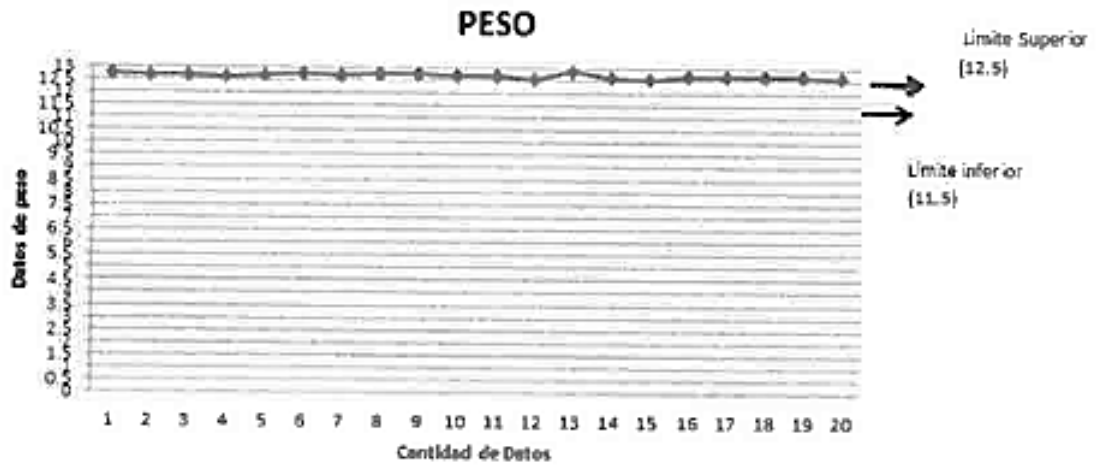
Fuente: elaboración propia.

Figura 53. Gráfico de peso propuesto



Fuente: elaboración propia.

Figura 54. Gráfico de peso de situación actual



Fuente: elaboración propia.

Los límites mencionados con anterioridad son los propuestos para que el Departamento de Aseguramiento de la Calidad realice la implementación y los auxiliares de laboratorio puedan realizar las mediciones respectivamente.

Para ello se detallan a continuación los pasos a seguir en cada medición correspondiente, tanto para avena refinada como para cereales expandidos.

3.1.3.1.1. Pasos para la toma de mediciones

- El auxiliar de laboratorio toma muestras frecuentemente, de preferencia cada 15 minutos.
- Realizar las mediciones correspondientes e ingresar los datos al programa de tendencias.
- En una hoja de Excel, con la ayuda de una tabla, ingresar los mismos datos que fueron ingresados al programa.
- Calcular la media de los datos y desviación estándar.
 - Se procede a realizar un gráfico en el cual se establecen los nuevos límites de aceptación.
 - Después de realizar el gráfico de puntos, los auxiliares de laboratorio deberán interpretar los resultados, si la corrida de datos se encuentra dentro de los límites de humedad, granulometría y peso. Si en dado caso no se encuentran, observar en qué punto está afectando más; si la humedad no es la

adecuada, por ende, afectará el peso, por lo que se debe graduar la cantidad de agua a verter o analizar una medida correctiva.

- Posterior a esto enviar un reporte al jefe de laboratorio para un registro de cada toma de datos.

3.1.3.2. Variables cualitativas

Para las variables cualitativas (sabor y forma), se propone realizar toma de datos frecuentemente, cada quince minutos. Que el auxiliar de laboratorio realice pruebas de gusto y tacto no solo de una unidad, si no que mínimo sean veinte unidades. Para la forma de realizar el mismo procedimiento, observar mínimo veinte unidades y dar una calificación. Esto dependerá de la forma que se utilice en los moldes.

Es necesario que el límite superior sea de valoración cinco y el límite inferior sea tres, para que sea más amplia la aceptación del producto. Al momento de observar la forma, se debe ingresar los datos al programa de tendencias y si no cumplen con los límites, se debe revisar el molde, ya que puede estar con absceso de materia prima. Si esto sucede es necesario proceder a limpiar y continuar con la producción.

Si el sabor tampoco cumple con los límites establecidos, el auxiliar de laboratorio se dirige con el operador de turno encargado del abastecimiento y revisa. Si no cumple el auxiliar de laboratorio procede a notificar al jefe del Departamento de Aseguramiento de Calidad.

En sabor y forma se realiza un gráfico de barras, posteriormente un análisis de los datos, para luego enviárselos al jefe del departamento y crear

una base de datos. Después de realizar el estudio en el capítulo dos se propone agregar dos nuevos estándares, para así controlar mejor la producción. Se mencionan a continuación:

3.1.4. Nuevos estándares

Para un mejor control de los cereales expandidos se proponen los siguientes estándares:

3.1.4.1. Control del proceso

Para un mejor control en el proceso durante la propuesta, se toma de referencia el ciclo Deming, el cual se detalla a continuación:

Figura 55. **PHVA. Control del proceso**



Fuente: elaboración propia.

Para un mejor control del proceso se deben programar monitoreo para las distintas áreas que participan en la producción de los cereales expandidos desde materia prima hasta empaque y almacenamiento, como mínimo dos veces a la semana. Es necesario realizar inspección dos veces por semana en temporada normal, para temporada alta se debe realizarlo tres veces, la inspección se basa en verificar lo siguiente:

- Materia prima: que se encuentre almacenada en las mejores condiciones y cumpla con las Buenas Prácticas de Manufactura.
- Maquinaria: sanitizada y limpia.
- Instrumentos de medición: que se encuentren calibrados correctamente.
- Área de empaque y almacenamiento: verificar el cumplimiento de las Buenas Prácticas de Manufactura, para que el producto se encuentre debidamente y almacenado en *pallets* con las mejores condiciones.

Figura 56. ***Pallet*** adecuado para almacenaje



Fuente: *Pallet para almacenaje*. [//http://ceroscrap.blogspot.com](http://ceroscrap.blogspot.com). Consulta: enero de 2018.

Una vez finalizada la inspección en las áreas mencionadas, se debe llevar un control de registros en el cual se verificará el cumplimiento de lo mencionado.

3.1.4.2. Control de recurso humano

Para este control el Departamento de Recursos Humanos se encargará de programar las capacitaciones, analizar el rendimiento del personal durante las capacitaciones y brindar ayuda si alguna persona lo necesita.

- Capacitación a los operarios

Es importante que los operarios estén capacitados en el ámbito de BPM y la importancia del trabajo, así como motivarlos con incentivos y premiar el trabajo bien realizado.

- Pruebas de conocimiento

Al inicio y finalización de las capacitaciones se le brinda al personal una hoja con una cantidad de preguntas, así se compara el conocimiento que tienen al momento de entrar y recibir la capacitación, y se evalúa la atención e intereses de cada uno de ellos.

Figura 57. Pruebas de conocimiento

Pruebas de conocimientos
Industria alimenticia
Departamento Aseguramiento de Calidad

Tipo de prueba: _____ IBM: _____ Fecha: _____

1) ¿Por qué es importante la higiene personal?

2) Colocar una "X" en los aspectos a cumplir según las buenas prácticas de manufactura.

Hombres	Mujeres
Afeitarse barba y bigote <input type="checkbox"/>	No utilizar accesorios <input type="checkbox"/>
Uñas recortadas <input type="checkbox"/>	Sin esmalte de uñas <input type="checkbox"/>
Uso de reloj <input type="checkbox"/>	Usar maquillaje <input type="checkbox"/>
Corte no tradicional <input type="checkbox"/>	Utilizar tacones <input type="checkbox"/>

3) ¿Que se debe de hacer al momento de ingresar a la planta ?

4) Es importante el uso de redecilla ¿Si, no? ¿Por qué?

5) ¿Por qué son importantes las buenas prácticas de manufactura en el proceso de los productos?

Fuente: elaboración propia.

3.1.4.2.1. Documentos informativos

El departamento de recursos humanos debe contar con un documento al cual todas las personas de la planta tengan fácil acceso si tienen dudas sobre un tema específico, tiene que estar debidamente identificado y ordenado. A su

vez, es necesario actualizar la plataforma virtual, en la cual suban las presentaciones de las normas que la empresa tiene, la higiene personal, la forma correcta de lavarse las manos, entre otros.

3.1.5. Condiciones adecuadas

Se propone mantener la planta en las mejores condiciones para la producción de cereales y poder cumplir con las buenas prácticas de manufactura, en esto se incluye todo mobiliario, equipo, maquinaria, etc.

Las ventanas tienen que permanecer cerradas, los techos limpios, los pisos lisos y sin grietas para no alojar insectos y facilitar la limpieza, las lámparas protegidas para evitar el riesgo de contaminación con vidrio en caso de quebradura, para ello es útil programar limpieza semanalmente utilizando la hoja de programación.

Las puertas y paredes deben tener acabados lisos para una rápida y fácil limpieza, las instalaciones de comedor, vestuarios, baños estar siempre limpios, con expedidores de jabón, secadores de aire y gel antibacterial. La limpieza debe ser diaria y es necesario programar limpiezas en cada área mencionada utilizando la hoja de programación.

3.1.5.1. Requerimientos adecuados para la avena refinada

La calidad en la avena refinada es de suma importancia y para que esté en condiciones adecuadas debe existir el cumplimiento de los siguientes puntos:

- Control de materia prima: que no tenga contaminantes y/o microorganismos, y el producto tenga la humedad según los límites propuestos.
- Granulometría o tamaño de partícula: estas pruebas son importantes, ya que reflejan características de la molienda, la efectividad del cernido y pueden servir para la detección de fallas.
- Color: factor que influyente en la calidad de la avena refinada, el color adecuado no debe ser pálido como blanco hueso ni oscuro, debe ser color amarillo pálido.

4. IMPLEMENTACIÓN

4.1. Plan de capacitación para el personal

El objetivo del plan de capacitación es producir con calidad los cereales expandidos, de una forma eficiente y segura para el consumidor. La planta de producción tiene alrededor de 100 personas laborando en diferentes turnos. Un plan de capacitación debe contener las siguientes temáticas:

- Planeación estratégica de la compañía
- Aspectos contractuales (salarios, horario, incentivos, etc.)
- Higiene personal y Buenas Prácticas de Manufactura
- Programa de tendencias

La capacitación del recurso humano es un proceso compuesto por algunas etapas, se debe realizar para el personal ya laborando y para futuras contrataciones, las capacitaciones que se recomiendan están basadas en los requerimientos siguientes:

Tabla XLVII. **Requerimientos para las capacitaciones**

Requerimientos	
Función	Descripción
Evaluación de desempeño	Identificar en qué tema debe capacitarse al personal o si es necesario realizar un refuerzo.
Establecer objetivos de la capacitación	Deben ser medibles y alcanzables, que los operadores tengan fácil entendimiento.

Fuente: elaboración propia.

Una vez el personal esté altamente capacitado, se debe controlar el proceso durante la producción de los cereales expandidos y la documentación utilizada.

4.2. Plan para el control del proceso

Es importante controlar el proceso para que la producción de los cereales expandidos cumpla con los requerimientos propuestos por el Departamento de Aseguramiento de Calidad, para ello se deben realizar monitoreo y auditorías.

4.2.1. Monitoreo

Es un proceso sistemático de recolectar, analizar y realizar evaluación sobre si las medidas de control planteadas se están operando correctamente, es importante realizarlo para la sostenibilidad y mantenimiento del proceso.

Es útil monitorear dos veces a la semana en el área de planta durante la producción, lo cual ayudará a asegurar la calidad. Es importante el uso de resultados de las inspecciones en proceso, así se permite un análisis de causas posibles de defectos y qué decisión tomar en una acción correctiva.

También es necesario el monitoreo de los defectos que necesitan acción inmediata y la manera de cómo se manifiestan, ya que puede ser periódicamente o esporádicamente, es importante ya que pueden tomarse acciones inmediatas y mejorar la calidad al momento que se estén produciendo los cereales. Esto queda en responsabilidad de los supervisores del Departamento de Aseguramiento de Calidad, pueden hacer este tipo de monitoreo mediante el programa de tendencias y por medio del control estadístico (gráficos de control) mencionado en el capítulo tres. Para cumplir

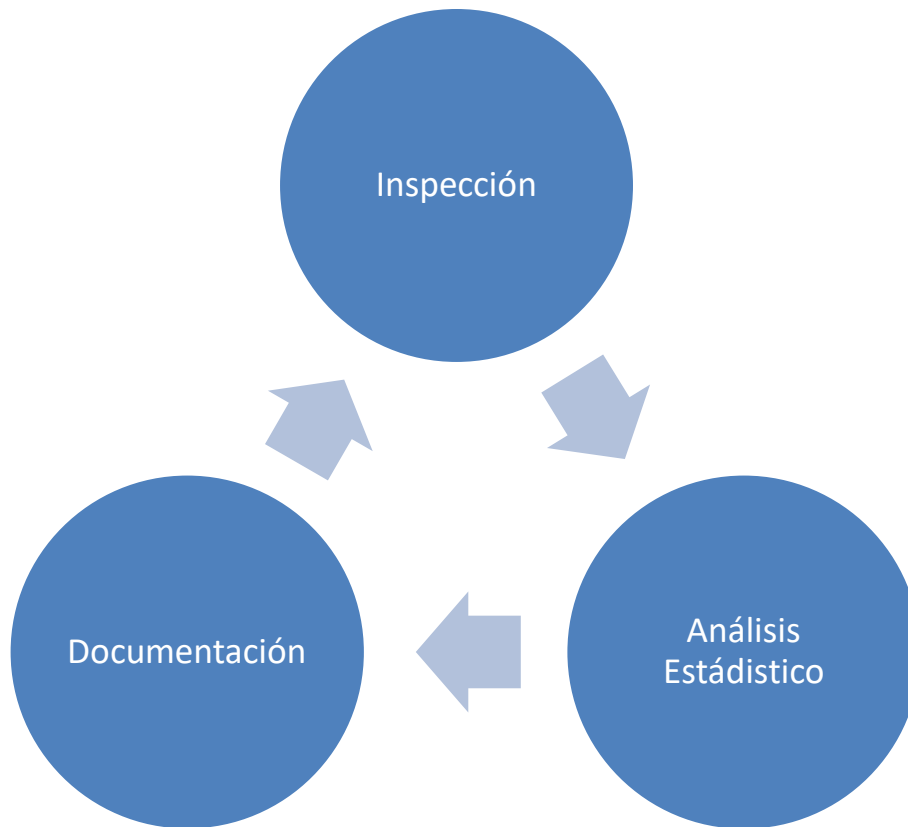
con este requisito deberán controlar los factores de humedad, forma, peso, sabor, entre otros, y así asegurar la calidad a base de inspecciones periódicas, calendarizadas por el Departamento de Aseguramiento de la Calidad.

4.2.1.1. Importancia del control estadístico

El Control Estadístico de la Calidad (SPC) es un conjunto de técnicas orientadas a detectar variaciones en el proceso de producción, reúne muchas de las filosofías japonesas y amplía la aplicación de las herramientas matemáticas y estadísticas, ayuda en la reducción de costos de operación, genera mayor utilidad, reducción del tiempo de proceso, disminución de la variabilidad en los procesos y el desperdicio.

El control estadístico del proceso puede ser ampliamente dividido en tres grupos de actividades: la comprensión del proceso, la comprensión de las causas de la variación y la eliminación de las fuentes de variación de causa especial. En la comprensión de un proceso, este suele ser trazado y el proceso se controla mediante gráficos de control. Los gráficos de control se utilizan para identificar las variaciones que pueden deberse a causas especiales, y para liberar al usuario de la preocupación por la variación debida a causas comunes. Esta es una actividad continua y permanente. Cuando un proceso es estable y no incumple ninguna de las reglas de detección de un gráfico de control, un análisis de la capacidad de proceso también se puede realizar para predecir la capacidad del proceso en curso para producir conforme (es decir, dentro de las especificaciones) con el producto de la acción futura.

Figura 58. **Proceso del monitoreo**



Fuente: elaboración propia.

Tabla XLVIII. **Frecuencia y descripción de monitoreo**

Área	Frecuencia	Descripción
Bodega materia prima	Diario	
Planta tres	Dos veces a la semana	Que la materia prima está correctamente colocada, que los operadores cumplan con los requisitos de BPM e higiene personal, y las trampas estén en lugares no visibles o cerca del producto a granel.
Bodega	Tres veces a la semana	Que el producto terminado esté correctamente almacenado cumpliendo con lo mencionado en el capítulo tres, y los <i>pallets</i> en óptimas condiciones y correctamente colocados las trampas.
Laboratorio ubicado en la planta tres	Tres veces a la semana	Que el auxiliar de laboratorio realice correctamente las mediciones específicas para los cereales expandidos mencionados en el capítulo dos.
Maquinaria	Cada vez que haya cambio de producción	Revisar que se encuentre limpia, que esté debidamente calibrada y realizar prueba de halógenos.

Fuente: elaboración propia.

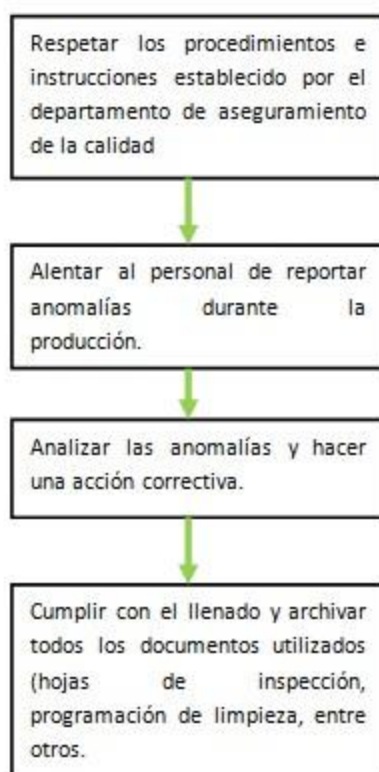
Otros aspectos importantes en el monitoreo durante la producción son:

- La empresa no deberá aceptar ingredientes que contengan contaminación, ya sea de parásitos, microorganismos y/o sustancias tóxicas.
- El agua debe ser potable, evaluarla periódicamente para determinar la concentración de cloro, ya que no debe de contener.
- El material de empaque utilizado deberá almacenarse en condiciones limpias y en lugares propios donde no puedan contaminarse, y debe brindarse protección al producto para que no se dañe.

4.2.1.2. Actividades

El aseguramiento de la calidad involucra a casi todas las operaciones de la empresa, para poder eliminar o reducir los defectos, o bien prevenir deficiencias en la calidad. Es un conjunto de actividades que los analizan y observan según la cultura y aseguramiento de calidad. Pueden ayudarse con otros que estén ligados de forma directa o indirecta. Para un mejor control se deben seguir las siguientes actividades:

Figura 59. **Actividades de monitoreo**



Fuente: elaboración propia.

4.2.1.3. Documentación

El propósito de la documentación es definir los procedimientos y los controles, además permite un fácil y rápido rastreo de productos al momento de una investigación de cereales defectuosos. Se debe archivar todos los documentos utilizados durante y antes de la producción.

El sistema de documentación deberá permitir diferenciar área a limpiar, tipo de producto, ingredientes utilizados, maquinaria inspeccionada, entre otros. Es importante que se mantenga un orden al momento de archivarlos. Es indispensable para evitar errores y para las auditorias que se hacen cada cierto tiempo. Este tipo de documentación debe seguir un procedimiento donde indique:

4.2.1.3.1. Tipos de documentación

Para un mejor control, la empresa debe archivar los siguientes documentos:

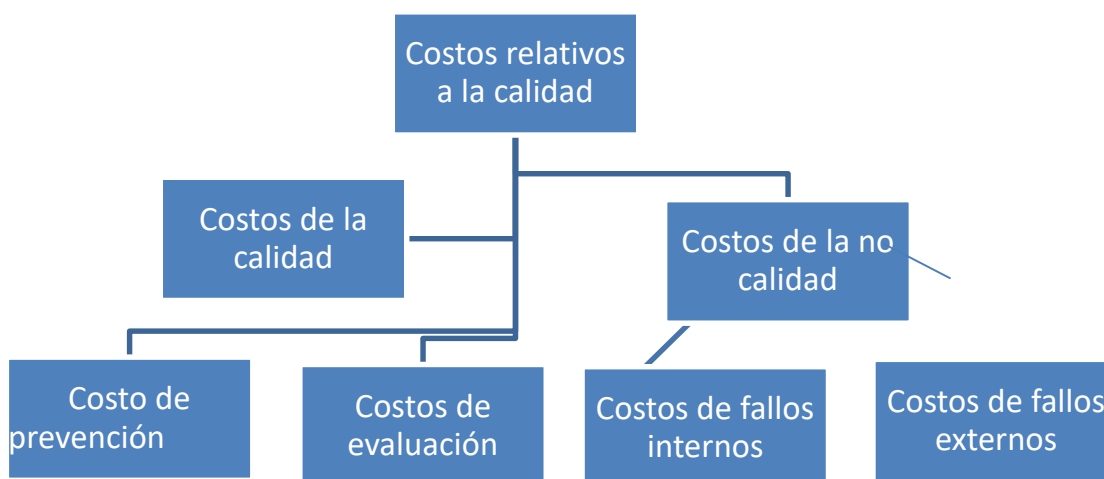
Registros para asegurar la calidad:

- Productos defectuosos
- Inspecciones de limpieza
- Inspección de maquinaria
- Registros control de plagas
- Pruebas de conocimiento
- Programación de limpieza
- Registro de los análisis estadísticos

4.3. Análisis de costos

Los costos asociados a la implementación de la propuesta para mejorar la calidad de los cereales expandidos son:

Figura 60. **Clasificación de costos**



Fuente: DUNCAN, ACHESON *Control de calidad y estadística industrial*. Sexta edición. México, 2003.

4.3.1. Costos de la calidad

- Costos de prevención: son aquellos que están apegados a las especificaciones y representan el costo total de todas las actividades, las cuales se mencionan a continuación:
 - Plan de monitoreo
 - Capacitación de personal

- Costos de evaluación: se consideran controlables, ya que la empresa decide la magnitud. Son:
 - Inspecciones
 - Limpieza

4.3.1.1. Monitoreo

Se detalla una tabla con los costos que implicará realizarlo (deberá hacerse durante tres meses).

Tabla XLIX. **Costos de monitoreo**

Rubro	Hora/Semana	Costo	Total
Persona del Departamento Cultura de Calidad	36	Q 3500	Q 126 000
Persona contratada por una empresa dedicada a monitorear	24	Q 6500	Q 156 000
Inversión tres meses			Q 282 000

Fuente: elaboración propia

4.3.1.2. Capacitación

Se detallan los costos de las capacitaciones y el material a utilizarse.

Tabla L. **Costos de papelería**

Rubro	Precio paquete	Cantidad de paquetes	Total	Uso
Hojas 80 gramos	Q 45 00	Q 800 00	Q 36 000	Para realizar las evaluaciones de desempeño e impresión de hojas de inspección y programaciones
Lapiceros	Q12 00	Q20 00	Q 240	Para uso de llenado de hojas.
Inversión			Q 36 240	

Fuente: elaboración propia.

Tabla LI. **Costos de facilitadores**

Rubro	Hora/Semana	Costo	Total
Capacitación a operadores en grupos de 15 personas.	12	Q 6 500	Q 78 000
Capacitación de gerentes de los distintos departamentos de la empresa	8	Q 7 500	Q 60 000
Inversión total			Q 138 000

Fuente: elaboración propia.

4.3.1.3. Inspección

En la tabla siguiente se detallan los costos estimados de una inspección contratando una empresa externa:

Tabla LII. **Costos de inspección**

Rubro	Hora/Semana	Costo	Total
Persona contratada por una empresa dedicada a monitorear	24	Q 6 500	Q 156 000
Inversión total			Q 156 000

Fuente: elaboración propia

4.3.1.4. **Limpieza**

Se detallan los costos estimados para realizar una limpieza adecuada:

Tabla LIII. **Costos limpieza**

Rubro	Precio	Cantidad	Total	Uso
Escobas	Q 12,50	10	Q 125	Limpieza de instalaciones
Escobillo	Q 250	7	Q 1750	Limpieza de silos en seco
Pesticidas	Q 240	5	Q1200	Eliminación de plagas
Trampas pegajosas	Q 200	30	Q 6 000	Eliminación de plagas
Gas tóxico	Q 2 500	1	Q 2 500	Nebulización en silos
Inversión total			Q 11 575	

Fuente: elaboración propia.

4.3.2. Costos de la no calidad

- Costos de fallas internas: después de ser detectadas las fallas y antes de ser enviados a los clientes, es necesario realizar actividades tendientes a eliminar aquellas imperfecciones encontradas en los productos, las cuales se mencionan a continuación:
 - Excesos de inventario
 - Fallas administrativas

Tabla LIV. **Fallas internas**

Rubro	Costo
Exceso de inventario	Q 255 000
Fallas administrativas	Q 95 500
Total	Q 350 500

Fuente: elaboración propia.

- Costos de fallas externas: son los ocurridos cuando después de haber sido entregados a los clientes los productos, se detecta que algunos de ellos no cumplen con las especificaciones. Se mencionan a continuación:
 - Devoluciones de clientes

Tabla LV. **Fallas externas**

Rubro	Costo
Devoluciones de clientes	Q 185 200
Total	Q 185 200

Fuente: elaboración propia.

4.3.3. Costos totales

A continuación, se detalla la inversión total de los costos de la calidad y de la no calidad:

Tabla LVI. **Inversión total de costos de la calidad**

Rubro	Costo
Monitoreo	Q 282 000
Limpieza	Q 11 575
Capacitación y papelería	Q 174 240
Total Inversión	Q 467 815

Fuente: elaboración propia.

Tabla LVII. **Costo total de la no calidad**

Rubro	Costo
Fallas internas	Q 350 500
Fallas externas	Q 185 200
Total	Q 535 700
Rubro	Costo
Monitoreo	Q 282 000
Limpieza	Q 11 575
Capacitación y papelería	Q 174 240
Total Inversión	Q 467 815

Fuente: elaboración propia.

Se realiza un análisis ya que los costos que intervienen en la calidad son menores a los costos de la no calidad, en los costos de prevención es una inversión para disminución de fallas, así al momento de realizar la producción de los cereales expandidos la calidad se mantendrá y el nivel de devoluciones disminuirá.

4.4. Beneficios de la implementación

- Mantener bajo control el proceso de los cereales expandidos, desde la recepción de materia hasta el producto en bodega.
- Realizar un mejor análisis de las especificaciones requeridas y la capacidad del proceso para cumplirlas.
- Que el personal esté altamente capacitado, motivado y pueda realizar mejor las mediciones.
- El cumplimiento correcto y adecuado de las Buenas Prácticas de Manufactura garantiza la inocuidad de los productos.
- Disminución de fallas internas y externas.

5. MEJORAMIENTO CONTINUO

Es importante dar seguimiento a cada etapa del proceso productivo con determinado grupo de medidas, realizar auditorías, capacitando constantemente al personal realizando retroalimentación, y también es importante que los documentos se encuentren vigentes.

5.1. Auditorías

Son revisiones de los procedimientos administrativos y verificación de que se cumplan, pueden ser internas y externas y de distintitos tipos: financieras, ambientales y de calidad.

5.1.1. Auditorías de calidad

Deben ser efectuadas de manera independiente y detallada, regularmente las realizan personas designadas y capacitadas, pueden ser desde personas operacionales hasta gerentes.

En la auditoría, es necesario agrupar los aspectos más importantes para asegurar la calidad en todo el proceso de la producción. Deben ser hechas a conciencia y si existe un fallo comunicarlo y así se podrán tomar acciones de mejora. No obstante, es útil dar seguimiento para asegurar que las acciones se llevaron a cabo. Deben realizarse cada cierto tiempo y la programación es regida por el Departamento de Cultura de Calidad.

5.2. Retroalimentación

Es un tema muy importante porque el personal necesita estar en constante aprendizaje y no olvidar por qué es importante en la empresa y cumplir con sus objetivos y metas. La cantidad y calidad de la retroalimentación son críticas y reflejan de manera directa el comportamiento del personal. La retroalimentación mejora ámbitos en el trabajo tales como:

- Comunicación en equipo
- Motivación de los empleados
- Mejorar los indicadores de calidad y productividad
- Incentiva a realizar un mejor trabajo

5.2.1. Personal capacitado

Todo el personal debe ser capacitado, desde los operadores hasta los gerentes de primera línea, es importante ya que así todos están enterados de la situación de la empresa, las normas que existen, con el objetivo de ayudar a mejorar la calidad en los productos.

5.2.1.1. Evaluaciones de desempeño

Evaluaciones de importancia que se basan en cómo el empleado se está desarrollando en su tarea asignada, y si tiene dificultades para poder llegar a sus metas y objetivos. Con esto se buscan soluciones para no afectar a la calidad en los productos.

5.3. Revisión de documentos

Es necesario realizar un análisis de todos los procedimientos utilizados en la empresa, con el fin de eliminar aquellos que ya no sean útiles, ya que cada cierto tiempo se realizan modificaciones en los procesos de producción u ocurre que con nuevas normas adquiridas se vuelven obsoletos o ineficientes algunos aspectos. Asimismo, se deben hacer cambios en aquellos que lo requieran y de nuevo verificar si están realizados correctamente para que no existan errores.

5.3.1. Formas de revisión

Es un procedimiento administrativo en el que se detalla paso a paso cómo se deben realizar cambios en los documentos y llevar un control de los mismos.

Pasos para realizar cambios en la documentación:

- Formulación

Al momento de leer la documentación es útil identificar las variaciones que se presentan en el desarrollo de los procesos actuales y señalar los cambios, si existen.

- Análisis

Estructurar las decisiones de cambios con sus condiciones y ajustar los procesos para que no se pierda la secuencia de las actividades y exista una correlación.

- Verificar

Una vez hechos los cambios el departamento al cual pertenece la documentación deben leerse, verificar que estén correctamente y firmados por el gerente de área. Es necesario definir para todo tipo de documentación el propósito, alcance, normas y lineamientos, debe ser revisada por los gerentes del área a que pertenezcan los documentos.

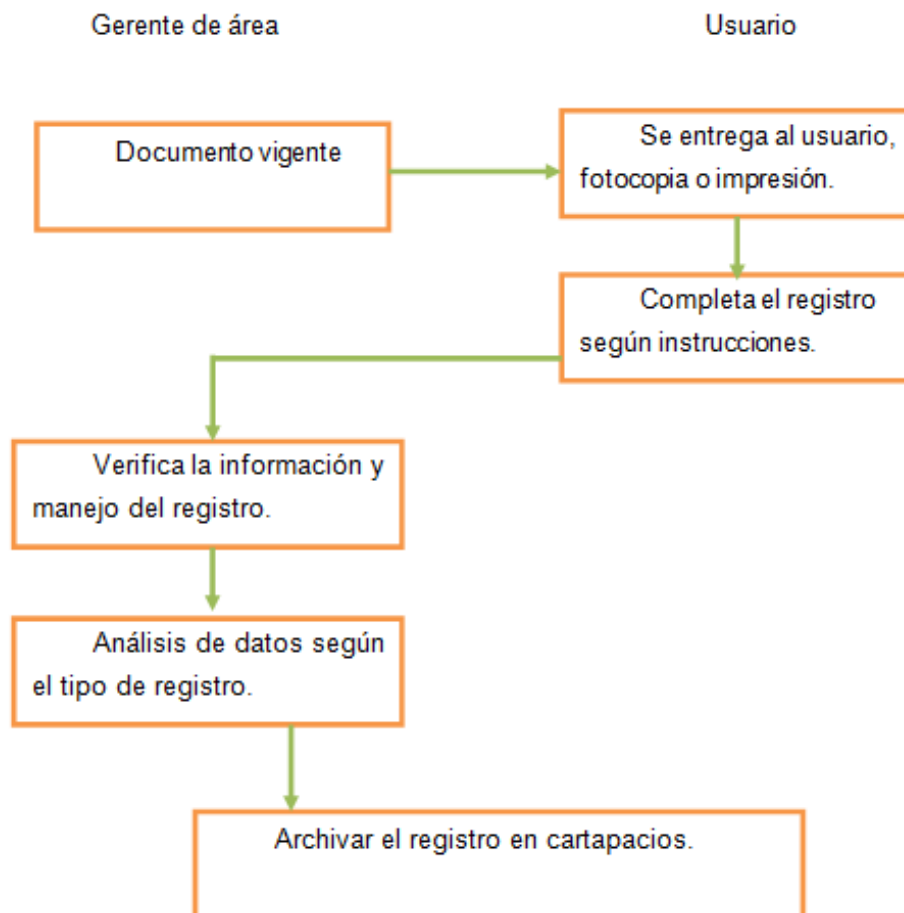
5.3.2. Documentos vigentes

Los procedimientos y/o procesos están conformados por expedientes al momento de ser modificados y firmados por los gerentes, deben ser archivados cuidadosamente, es recomendable la utilización de cartapacios e identificarlos para que no exista confusión o pérdida.

5.4. Control de registros

Para controlar adecuadamente los registros debe existir un procedimiento donde se describa específicamente cómo realizarlos.

Figura 61. Diagrama de procedimiento para el control de registros



Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. Se realizó un análisis a profundidad en cada área involucrada en la producción de los cereales expandidos, se concluye que los operarios no tienen el conocimiento adecuado, existe fatiga y cansancio ocasionado por turnos rotativos semanalmente.
2. En la situación actual se observó que el área donde se realiza la producción de los cereales expandidos no se encuentra en un ambiente de limpieza, los auxiliares de laboratorio no tienen el conocimiento de las normas que la empresa posee y esto provoca falta de interés en su tarea asignada.
3. Se estudió el proceso de producción de los cereales expandidos, mediante un diagrama de causa y efecto, comenzando con materia prima, seguido de la mano de obra y finalizando con la maquinaria. Los efectos de cada uno de ellos afectan en la calidad, por lo que se analizó y se plantea una propuesta en el capítulo tres.
4. Se analizó el funcionamiento de las Buenas Prácticas de Manufactura, haciendo énfasis en la avena refinada, desde la recepción hasta la transformación.

5. Al realizar el análisis de los límites establecidos por el Departamento de Aseguramiento de Calidad, resulta que estos no son los adecuados, ya que al momento de realizar un análisis estadístico se encuentran fuera de los límites. Para ello en el capítulo cuatro se establece un plan para controlar el proceso con los nuevos límites de aceptación, y así controlar de mejor manera la calidad de los cereales expandidos, disminuyendo rechazos durante el proceso de producción.
6. Se estipuló que la retroalimentación constante en los temas de Buenas Prácticas de Manufactura e higiene personal es una forma para concientizar a los operadores sobre un buen manejo del producto y evitar la contaminación que provoque rechazos durante el proceso y/o producto final. Los operadores no tienen el conocimiento adecuado para el uso del programa de tendencias, esto es por fatiga y cansancio al tener turnos rotativos semanalmente.

RECOMENDACIONES

1. Para el Departamento de Recursos Humanos las capacitaciones brindadas deben ser periódicas y dinámicas, para que el personal pueda manifestar sus dudas, opiniones, inquietudes y recibir respuesta inmediata. Es recomendable realizarlas en pequeños grupos para poder tener contacto con el capacitador y evitar la falta de atención.
2. Con los resultados obtenidos en las auditorías se deben realizar reuniones con los gerentes y supervisores, si existe alguna falta en el cumplimiento de los programas se debe hacerlo saber inmediatamente para hacer sus respectivas correcciones. Es importante alentar a los trabajadores y premiar a todos aquellos que no cometan errores, para que esto sirva de incentivo con los demás y así se cumpla al máximo lo establecido.
3. El mejoramiento continuo de la empresa es vital, se puede realizar por medio del análisis de fortalezas y debilidades, para así conocer los puntos a mejorarse o que requieran mayor atención, lo cual ayudará al aprovechamiento de recursos y del personal.
4. Implementar nuevos procesos o a la mejora de los ya utilizados, y así mantener la competitividad de la empresa, elaborando productos de alta calidad utilizando la mejor tecnología.

5. Para la satisfacción al cliente se debe conocer la opinión de los mismos, tanto del producto como de los servicios prestados, para así mejorar y brindar un mejor producto.
6. El control y seguimiento debe implementarse a todos los programas implementados para mejorar el funcionamiento.

BIBLIOGRAFÍA

1. BESTERFIELD, Dale. *Control de calidad*. México: Prentice Hall, 2005. 554 p.
2. CÁRDENAS GARCÍA, Jorge Fernando. *Mejoramiento del proceso de producción de cereales a través de un proceso de extrusión*. Trabajo de graduación de Ingeniería Mecánica Industrial. Universidad San Carlos de Guatemala, 2002. 250 p.
3. DUNCAN, Acheson Johnston. *Control de calidad y estadística industrial*. 6a ed. México: Cuspidé, 2003. 460p.
4. Escuela Latinoamericana de Molinería. *Buenas Prácticas de Manufactura*. República Dominicana, 2001.
5. EVANS, Lindsay. *Administración y control de la calidad*. 6a ed. México: Cengage Learning, 2005. 216 p.
6. FEIGENBAUM GUTIÉRREZ, Humberto. *Calidad total y productividad*. 3a edición. México: McGraw Hill, 2010. 359 p.
7. FUENTES RUIZ, Ana Beatriz. *Implementación de controles de calidad para materia prima, producto en procesos y producto en empaque en Molinos Helvetia S.A.* Trabajo de graduación de Ingeniería Química. Universidad San Carlos de Guatemala, 2007. 260 p.

8. FUENTES SALAN, César. *Buenas prácticas de manufactura de alimentos*. [en línea]. <http://www.fgsalazar.net/LANDIVAR/ING-PRIMERO/boletin20/URL_20_IND01_BPM.pdf> [Consulta: Febrero del 2018]
9. MONTGOMERY, Douglas. *Control estadístico de calidad*. 3a ed. México: Limusa Wiley S.A 2004. 250 p.
10. MORALES VARGAS, Victoria Mireya. *Procedimiento para el control de proceso en la producción de cereales infantiles*. Trabajo de graduación de Ingeniería Química. Universidad San Carlos de Guatemala Universidad de San Carlos de Guatemala, 1989. 290 p.
11. Universidad Rafael Landívar. *MIPYME. UC&T*. Guatemala, 2005. 160 p.